

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
им. И. Т. Трубилина»

Е. В. Труфляк

Системы параллельного вождения



Краснодар
КубГАУ
2016

УДК 631.171 (076.5)

ББК 40.7

Т80

Труфляк Е. В.

Системы параллельного вождения / Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 72 с.

Показано программно-приборное обеспечение систем точного земледелия ведущих фирм на примере систем параллельного вождения.

Для специалистов в области сельского хозяйства, преподавателей, аспирантов и студентов аграрных вузов.

УДК 631.171 (076.5)

ББК 40.7

© Труфляк Е. В., 2016

© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», 2016



«Необходимо ввести в агробиологию точные формулы анализа, а в решение сложных задач – вычислительные машины»

А. Ф. Иоффе, академик (1955 г.)

При внедрении в сельскохозяйственное производство технологий точного земледелия наиболее востребованным направлением стало использование систем параллельного вождения. По сравнению с обычным управлением машинно-тракторным агрегатом применение систем параллельного вождения при выполнении технологических операций позволяет исключить повторные обработки соседних проходов (перекрытий) и пропуски необработанных участков, повысить производительность и комфортность работы, снизить утомляемость водителя, сократить расход топлива и технологических материалов и осуществлять работы при любой видимости и в ночное время. При этом обеспечиваются различные режимы вождения по прямым и криволинейным траекториям.

Различают *три варианта реализации системы параллельного вождения*:

1) движение трактора корректируется водителем с помощью рулевого колеса, ориентирующегося на показания светодиодного или графического следоуказателя, расположенного в кабине;

2) направление движения трактора поддерживается подруливающим устройством с приводом от электродвигателя, который монтируется на рулевой колонке;

3) корректировку движения трактора осуществляет исполнительный механизм, подключенный к гидросистеме рулевого управления.

Система управления Trimble CFX-750

Назначение

Дисплей CFX-750 с сенсорным управлением обеспечивает навигацию, рулевое управление и включает набор функций точного земледелия.

Встроенный двухчастотный приемник позволяет работать с любым уровнем точности (до 2,5 см) и совместим с системой ГЛОНАСС. К нему можно добавить подруливающее устройство или автопилот для повышения качества работы и создания комфортных условий труда.

В дисплее также содержится набор компонентов, обеспечивающих действия, связанные с посевом, опрыскиванием, внесением удобрений и обработкой почвы, включая контроль затрат, связанных с полевыми работами.

Органы управления

Система Trimble CFX-750 состоит из компонентов, представленных на рисунке 1.

Благодаря сенсорному экрану дисплея можно управлять работой системы и просматривать навигационную информацию (рисунок 2). Кроме того, он оснащен USB-портом, через который можно загружать и сохранять полученные данные.

Подруливающее устройство Trimble EZ-Steer управляет рулевым колесом вместо тракториста, используя вращение фрикционного ролика и мотора, соединенного с курсоуказателем EZ-Guide 250, CFX-750 или FmX (рисунок 3).



Рисунок 1 – Компоненты системы:

1 – дисплей CFX-750; 2 – крепление RAM и винты; 3 – краткое руководство пользователя; 4 – компакт-диск; 5 – кабель GPS-антенны; 6 – шина питания / кабель CAN; 7 – кабель питания; 8 – антенна AG25; 9 – монтажная пластина антенны AG25



Рисунок 2 – Устройство дисплея
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – сенсорный экран (8 дюймов); 2 – динамики; 3 – встроенная световая панель с 27 светодиодами; 4 – кнопка питания; 5, 6 – регуляторы яркости; 7 – гнездо порта USB; 8 – разъем GPS; 9 – порт A; 10 – гнездо разъема питания; 11 – порт B; 12 – панель радиодоступа

Присоединяя подруливающее устройство EZ-Steer к дисплею CFX-750 или FmX, имеющим точность RTK, можно добиться точности в проведении работ до 2,5 см (рисунок 4).



Рисунок 3 – Подруливающее устройство EZ-Steer



Рисунок 4 – Базовая станция RTK



Рисунок 5 – Экран навигации

На экране навигации отображаются текстовая рабочая информация и значки, что обеспечивает доступ к ней и к различным функциям системы (рисунок 5). Доступность текста и значков зависит от ее настройки. Например, при использовании системы автоподруливания ряд значков может быть недоступен.

В таблицах 1–4 описаны основные предусмотренные на дисплее CFX-750 значки.

Таблица 1 – Основные значки системы Trimble CFX-750











Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Настройка системы дисплея		Меню
	Настройка автопилота		Конфигурация
	Настройка GPS/ГЛОНАСС		Состояние
	Конфигурация данных		Мастер установки
	Настройки / Конфигурация		Редактировать элемент

Таблица 2 – Значки применения в системе Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Ручное управление секцией		Управление секцией отключено
	Автоматическое управление секцией		Регистрация покрытия включена
	Целевой расход		Регистрация покрытия выключена

Таблица 3 – Значки навигации в системе Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Выбрать схему навигации		Невозможно включить автонавигацию
	Смещение влево		Готов к включению автонавигации
	Смещение вправо		Автонавигация включена
	Записать схему навигации FreeForm		Начать запись поворотной полосы
	Установить точку A		Сдвиг линии АВ
	Установить точку B		Следующая линия АВ

Таблица 4 – Значки картирования в системе Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Нанести на карту линейный объект		Конфигурация картирования
	Нанести на карту дерево (точечный объект)		Объект-область
	Нанести на карту камень	–	–

Управление системой

Система рулевого управления на основе EZ-Steer работает благодаря внутреннему приемнику GPS дисплея CFX-750, обеспечивая навигацию транспортного средства.

Перед включением системы необходимо:


- открыть поле на экране навигации;
- задать линию АВ;

– разместить транспортное средство в заданных пределах параметров включения.

Для включения системы:

1) переднюю часть транспортного средства устремляют в сторону направляющей линии и начинают движение на рабочей скорости;

2) выполняют одно из следующих действий:

- на экране навигации инициируют значок ;
- нажимают дополнительную педаль дистанционного включения.

Выключение системы

Система EZ-Steer автоматически отключается в одном из следующих случаев:

- транспортное средство находится вне заданных пределов параметров включения;
- работа системы приостановлена оператором;
- утрачено положение GPS;
- инициируют на экране навигации кнопку

Включить.

Систему EZ-Steer можно отключить с помощью электродвигателя вручную, повернув рулевое колесо.

Индикаторы состояния включения системы:

- готова к включению.....  (желтый);
- включена.....  (зеленый);
- включение невозможно....  (красный)

Завершение работы системы EZ-Steer

Когда система EZ-Steer не используется, необходимо двигатель отвернуть от рулевого колеса. Далее отклю-

чают систему EZ-Steer с помощью выключателя питания или извлекают вилку питания.

Система контроля вносимых материалов Field-IQ позволяет использовать дисплей CFX-750 для управления следующим оборудованием: сеялкой, опрыскивателем, навесными рамами для внутрпочвенного внесения удобрений, центробежными разбрасывателями.

После подключения, конфигурации и калибровки системы контроля вносимых материалов Field-IQ на экране навигации появляются элементы (рисунок 6).

Главный распределительный блок Field-IQ представлен на рисунке 7.

Для управления секциями используют 12-секционный распределительный блок (рисунок 8).

С целью управления только расходом материала распределительный блок является необязательным.

Картирование и навигация

Выбирают схему навигации, позволяющую создать направляющую линию, соответствующую полю:

- 1) на экране навигации инициируют значок , затем значки с надписями **Create New Field** (Создать новое поле);
- 2) с помощью значка **Pattern Type** на экране **Create New Field** определяют тип схемы;
- 3) выбирают подходящую схему.

Прямая АВ

Движение по полю с использованием прямой линии АВ, если не задаются поворотные полосы, осуществляется по параллельным прямолинейным рядам (рисунок 9).

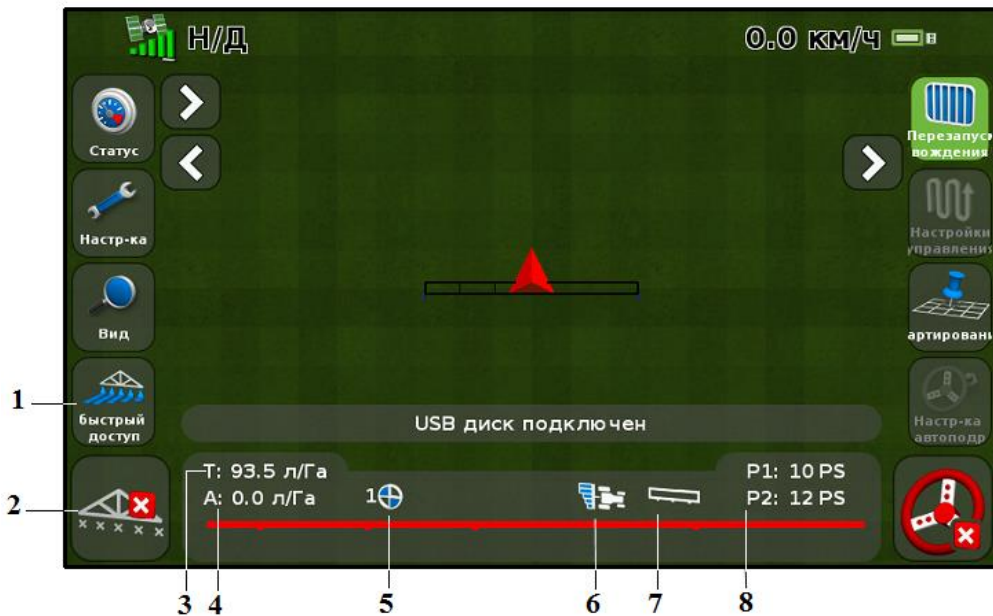


Рисунок 6 – Экран навигации:

1 – значок быстрого доступа (можно быстро выполнить настройку основных параметров); 2 – состояние покрытия; 3 – целевой расход (для текущего положения переключателя расхода; это количество продукта, которое нужно внести); 4 – фактический расход (это количество продукта, которое вносят в данный момент); 5 – положение переключателя расхода (указывает текущее положение переключателя расхода); 6 – управление секциями (отображает текущий режим контроллера); 7 – состояние главного переключателя; 8 – давление (P1, P2 – текущее давление по показаниям первичного и вторичного датчиков давления соответственно)



Рисунок 7 – Главный распределительный блок:



1 – переключатель увеличения / уменьшения (увеличивает количество вносимого материала на заданную величину, устанавливается на экране настройки); 2 – переключатель расхода (можно выбрать предустановленный расход 1, 2 или ручной расход); 3 – светодиодный индикатор (красный – устройство включено, но отсутствует обмен данными с дисплеем; зеленый – устройство включено и обменивается данными с дисплеем; желтый – устройство, инициирующее обмен данными с дисплеем); 4 – автоматический / ручной переключатель секций (автоматический режим – интегрированный дисплей FmX автоматически открывает и закрывает секции при входе в области перекрытия, зоны отсутствия внесения или пересечения границ; ручной режим – секции управляются вручную, без применения дисплея); 5 – главный переключатель (A – запуск от внешнего источника, секции и расход готовы к управлению дисплеем CFX-750; B – секции и расход готовы к управлению дисплеем; C – секции закрыты)



Рисунок 8 – Двенадцатисекционный распределительный блок Field-IQ

Когда транспортное средство находится на направляющей линии, ее протягивают на 1 км до точки А и после точки В. Благодаря этому максимально удобно увидеть следующую полосу и попасть на линию после поворота.

С целью **картирования линии АВ** выполнить следующие действия:

- 1) подъехать к начальной точке главной линии;
- 2) инициировать значок  и двигаться до конца линии;
- 3) при выделении значка коснуться , в результате отобразится главная линия АВ;
- 4) повернуть налево или направо, чтобы выйти на следующую полосу, которая появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что подтверждает ее выбор.

Линия А+ представляет собой прямую, заданную одной точкой А на линии и направлением линии (рисунок 10).

При создании линии А+ необходимо указать направление в окне **Направление А+**.

Линия А+ актуальна в случае, если требуется навигация строго параллельно последней линии АВ, например, при:

- движении по смежным полям;

- нанесении линии АВ на дорогу в стороне от поля;
- пропуске подъездной дороги в поле.

Линию А+ протягивают на 1 км до и после точки А.

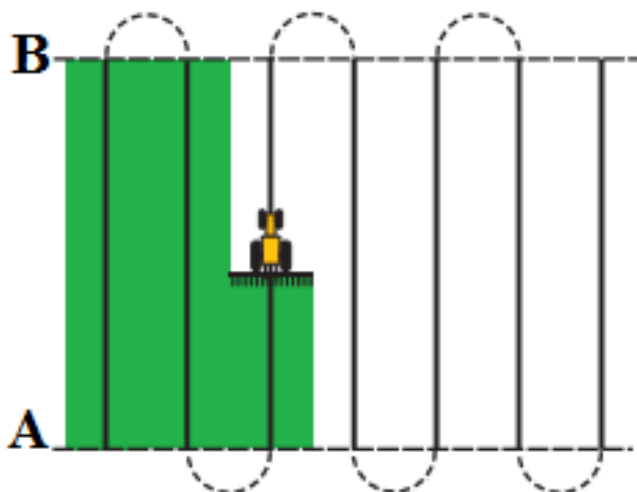


Рисунок 9 – Движение по полю с учетом параллельных прямолинейных рядов

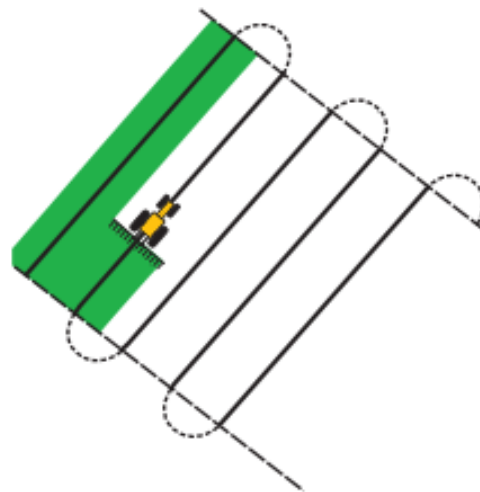


Рисунок 10 – Движение по полю с учетом линии А+

Картирование линии А+ включает следующий алгоритм действий:

1. Необходимо подъехать к начальной точке главной линии.

2. Иницируют значок  и движутся до конца линии.

Поскольку направление линии задано, на экране появляется главная линия АВ.

3. Для навигации вдоль первой полосы необходимо придерживаться линии АВ.

4. Поворачивают налево или направо, чтобы начать движение по следующей полосе. Когда подъезжают к новой полосе, она появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на то, что она выбрана.

Идентичная кривая

Схема идентичной кривой не создает прямую линию, а записывает точную траекторию между точками А и В (рисунок 11). Все последующие направляющие линии будут совпадать с главной кривой независимо от места движения.

Схему идентичной кривой используют в случае, когда необходимо работать в поле, ограниченном плавными кривыми.

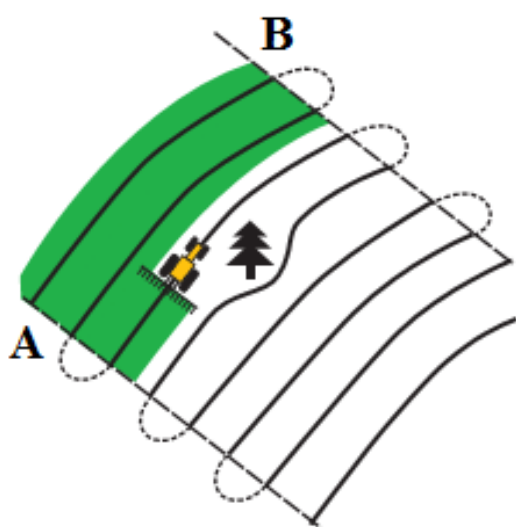


Рисунок 11 – Схема идентичной кривой

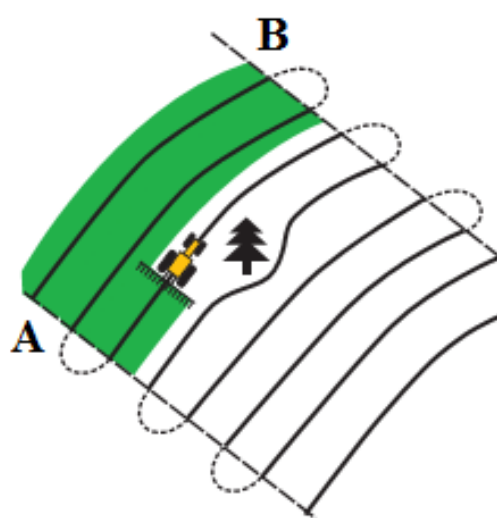




Рисунок 12 – Схема адаптивной кривой

Картирование идентичной кривой предполагает выполнение следующих действий:

- 1) подъехать к начальной точке кривой;
- 2) коснуться кнопки, обозначенной значком , затем продолжать движение вдоль начальной кривой;
- 3) когда значок иницируется, необходимо коснуться значка ; на экране появится главная кривая.
- 4) повернуть налево или направо, чтобы выйти на следующую полосу; когда подъезжают к новой полосе, она появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на то, что она выбрана.

Адаптивная кривая

Схема адаптивной кривой обеспечивает навигацию вдоль кривой и ее обновление после прохождения каждой полосы с учетом всех необходимых отклонений (рисунк 12). При этом непрерывно записывается траектория движения и обеспечивается навигация в соответствии с учетом последней пройденной траектории.

Картирование адаптивной кривой

Адаптивную кривую можно задать вручную или автоматически. Использование этого метода зависит от параметра «Автоматическое обнаружение разворота».

Для того чтобы изменить параметр «Автоматическое обнаружение разворота», необходимо:

1) на экране **Settings** (Настройки) коснуться надписи **Guidance** (Навигация);

2) выделить надписи **Turn Settings** (Параметры поворота), а затем **Auto U-Turn Detection** (Автоматическое обнаружение разворота);

3) задать адаптивную кривую, выбирая:

– автоматически **On** (Вкл.);

– вручную **Off** (Выкл.).

Алгоритм выбора адаптивной кривой с автоматическим обнаружением разворота:



1) подъехать к начальной точке кривой;

2) коснуться значка , затем двигаться вдоль начальной кривой;

3) в конце первой кривой выполнить разворот; системой распознается разворот и генерируется новая полоса.

Для того чтобы задать адаптивную кривую вручную, необходимо:

1) подъехать к начальной точке кривой;

- 2) коснуться кнопки с обозначением , затем продолжить движение вдоль начальной кривой;
- 3) после прохождения первой кривой коснуться кнопки ; системой генерируется новая полоса;
- 4) продолжить движение вдоль полос, задавая в конце каждой из них точку В.

Круговая траектория

Этой схемой предполагается движение по концентрическим окружностям вокруг центральной оси (рисунок 13).

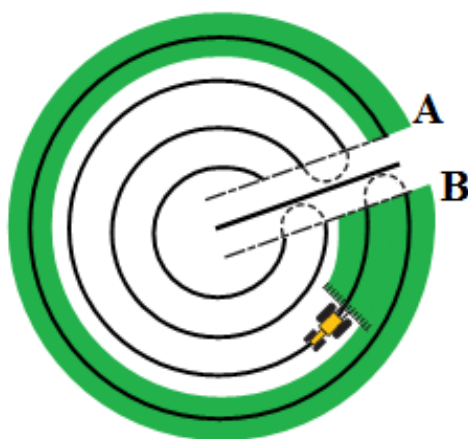



Рисунок 13 – Схема круговой траектории

Для того чтобы задать круговую траекторию, необходимо:

- 1) подъехать к начальной точке круговой траектории;
- 2) расположить одно из колес транспортного средства в колее круговой траектории так, чтобы задняя часть машины была повернута к радиусу круга; если поле не представляет собой полный круг, развернуть заднюю часть транспортного средства к краю поля;
- 3) коснуться кнопки , затем продолжить движение вокруг поля;

4) повернуть налево или направо, чтобы начать движение по следующей полосе; при подъезде к новой полосе она появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на ее выбор;


5) направить транспортное средство таким образом, чтобы при движении вперед вдоль полосы светодиоды горели в центре световой панели.

Поворотная полоса

Схема поворотной полосы позволяет определить границу (поворотную полосу) области, а также содержащиеся в ней направляющие линии. Она используется для того, чтобы обеспечить пространство для поворотов.

На рисунке 14 показаны две схемы поворотной полосы.

С целью **картирования поворотной полосы** необходимо:

1. Подъехать к начальной точке поворотной полосы.
2. Коснуться кнопки, обозначенной , чтобы задать начальную точку поворотной полосы.

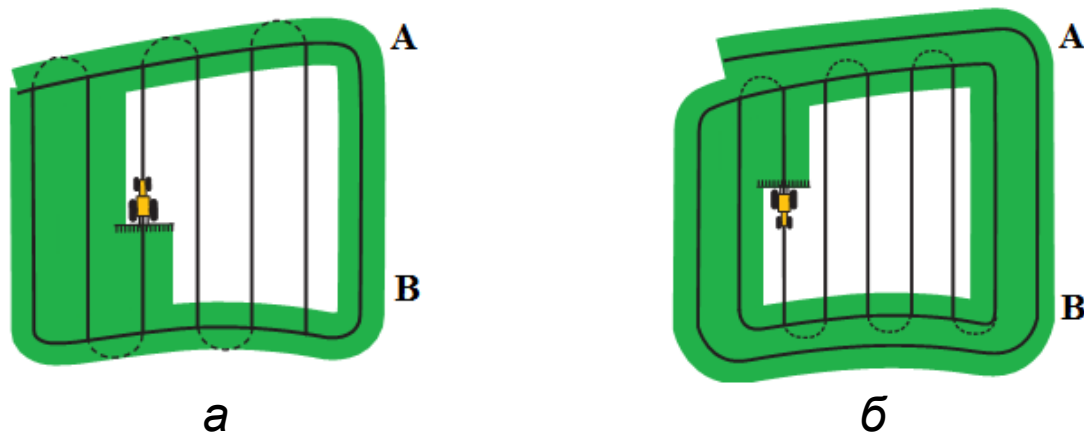




Рисунок 14 – Схемы поворотной полосы:

а – одиночной; б – множественной

3. Начинать движение по контуру поворотной полосы.

4. Инициировать кнопку , чтобы задать точку А направляющей линии. Если внутренняя схема представляет собой:


- линию А+, то линия уже задана;
- линию АВ, то продолжают движение вокруг поворотной полосы.

При завершении внутренней направляющей линии коснуться , чтобы задать точку В.

Если задается направляющая линия внутренней схемы, то вокруг начальной точки поворотной полосы появляется кружок с ее обозначением.

5. При завершении движения по поворотной полосе, выполняют одно из следующих действий:

– продвигаются вдоль оставшейся части поворотной полосы, пока не возвращаются в начальную точку. Когда осуществляется въезд в круг начальной точки, движение по поворотной полосе будет завершено автоматически.

– проезжают часть поворотной полосы и затем касаются знака .

Поворотная полоса завершается прямой линией от положения транспортного средства до начальной точки. Далее появляется направляющая линия поворотной полосы. При съезде транспортного средства с поворотной полосы во внутреннюю область ее схема будет заполнена схемой направляющих линий (прямых АВ или А+).

FreeForm

Схему FreeForm используют для создания кривых и прямых линий с целью навигации на полях любой формы (рисунок 15).

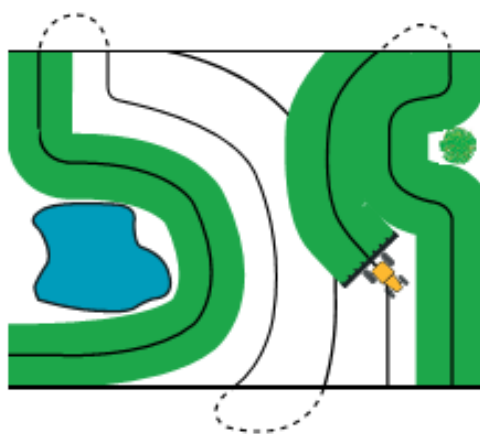


Рисунок 15 – Схема движения типа FreeForm


На дисплее записывается точная траектория движения машины, применяемая для создания следующей направляющей линии.



Для выбора опции записи FreeForm необходимо на экране:

- 1) выбрать **Настройки**, коснуться надписи **Навигация**, а затем – **FreeForm**;
- 2) инициировать **Ручная** или **Запись при покрытии**.

Запись кривой FreeForm

1. Сначала подъезжают к начальной точке кривой **FreeForm**.

2. Затем, используя **Ручную** запись, касаются обозначения , выполняют **Запись** при покрытии, ка-

саются  либо . Пока дисплей записывает текущую траекторию, на экране навигации отображается




3. Движение осуществляют вдоль кривой. Для записи прямолинейных участков можно воспользоваться функцией паузы.


4. С целью завершения записи выполняют одно из следующих действий:

– если включено «Автоматическое обнаружение разворота», совершают крутой разворот;


– при **Ручной** записи касаются обозначения  ;

– при использовании **Записи при покрытии** касаются  или .

При использовании кривых FreeForm на полях с переменным рельефом начинают и завершают запись навигации на концах каждого прохода.

Если две направляющие линии расположены близко друг к другу, необходимо коснуться знака , чтобы переключиться на направляющую линию.

В любой точке можно добавить прямую линию АВ для дублирования навигации по прямой.

При включении  происходит переключение с прямой направляющей линии АВ на кривую **FreeForm** и обратно.

Система управления Trimble EZ-Guide 500

Назначение

Trimble EZ-Guide 500 – цветной многофункциональный курсоуказатель, предназначенный для выполнения разнообразных работ в сельском хозяйстве. Основное его назначение – функционирование в составе автопилотов.

Органы управления

Устройство дисплея EZ-Guide 500 представлено на рисунках 16, 17.

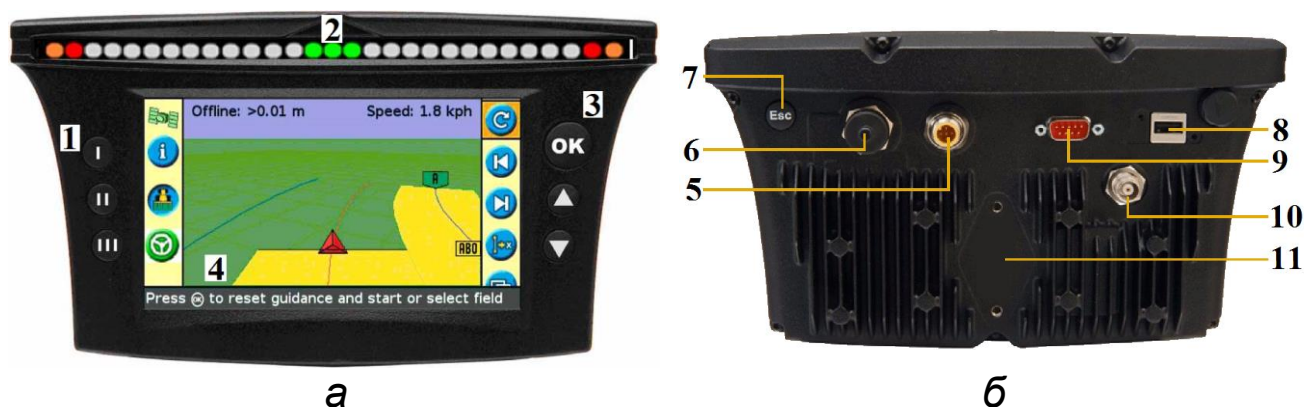


Рисунок 16 – Устройство дисплея
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – функциональные клавиши; 2 – светодиоды (индикаторы курсоуказателя); 3 – рабочие клавиши; 4 – экран; 5 – разъем для подключения питания; 6 – порт для подключения навигационного контроллера автопилота; 7 – кнопка «отмена»; 8 – разъем USB; 9 – порт RS 232; 10 – разъем для антенны; 11 – посадочное место для крепления

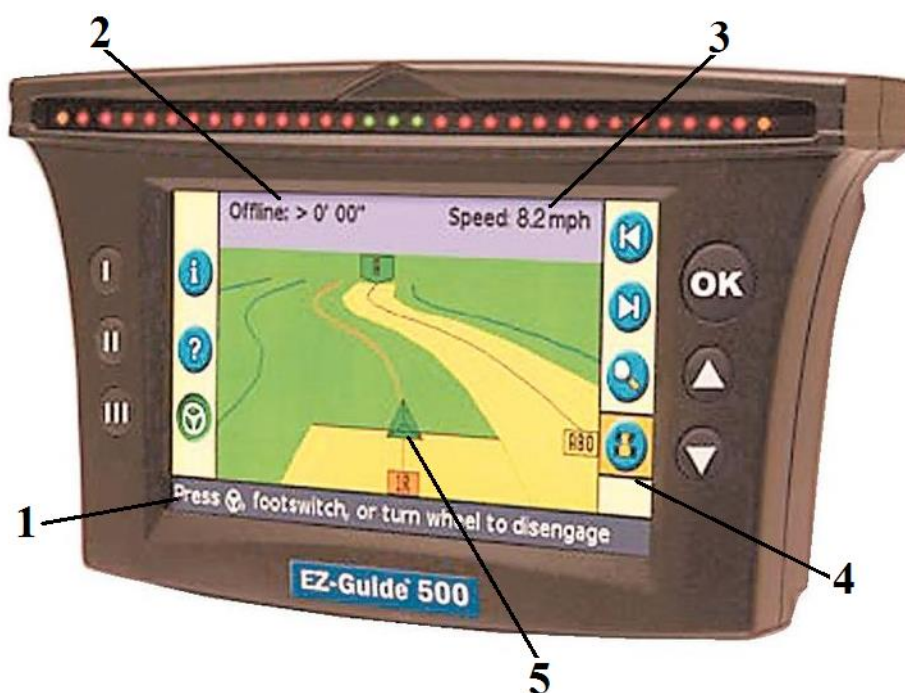


Рисунок 17 – Дисплей:

1 – информационные сообщения, включая ошибки; 2 – обозначение отклонения от курса; 3 – обозначение скорости; 4 – иконки для выбора режимов работы; 5 – маркер (показывает текущее положение трактора на линии)

Описание иконок, которые появляются на экране в процессе работы с левой и правой стороны экрана, представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Основные значки системы

Значки левой стороны		Значки правой стороны		Значки правой стороны, которые появляются при настройке навигации	
Значок	Назначение	Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Получить информацию		Создать новую загонку		Определить точку A
	Получить подсказку		Сдвинуть трактор влево		Определить точку B
	Выключить запись траектории в память		Сдвинуть трактор вправо		Начать оконтуривание поля
	Включить запись траектории в память		Сдвинуть линию АВ		Завершить оконтуривание
	Вернуться на основной экран вождения		Увеличить масштаб		Остановить запись в память
	Переместиться в предыдущее меню		Пауза в работе		Продолжить запись в память
	Отменить изменения и переместиться на одно меню выше		Продолжить навигацию		Автопилот не готов
	Вернуться на предыдущий экран		Изменить вид отображения на экране		Автопилот готов
	Увеличить масштаб		Изменить агрессивность		Автопилот работает
	Уменьшить масштаб		Настройки		

Управление системой

В начале работы при включении прибора необходимо выбрать правильную систему измерений (метрическую) – рисунок 18. Затем необходимо дождаться появ-

ления зеленого значка спутника в левом верхнем углу экрана.

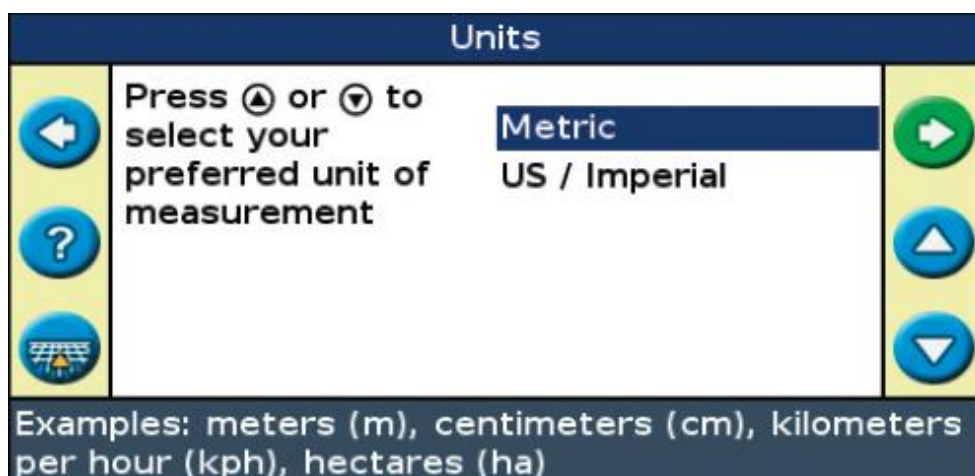






Рисунок 18 – Выбор системы измерений

Иконка спутника красного цвета  свидетельствует о том, что сигнал GPS отсутствует. Если после включения прошло более 15 мин и ситуация не изменяется, то причина может заключаться в наличии лесополосы, зданий, конструкций, которые являются препятствием для прохождения сигнала дифференциальной коррекции с юга. В этом случае необходимо переехать на открытое место.

Желтый цвет иконки спутника  подтверждает, что сигнал GPS есть, но точность передачи мала, поэтому необходимо подождать.

Если иконка спутника зеленого цвета , то точность GPS достаточна для работы.

1. Начало работы

Автопилот свидетельствует о разрешении работы только, если точность сигнала со спутников достигает 100 %. Зафиксировать текущую точность можно, нажав дважды кнопку . При этом на экране появится первая

строчка **GPS Source: Omni XP/HP**. Во второй снизу строчке **Convergence** будет отображаться информация о текущей точности (рисунок 19).

2. Создание нового поля

С помощью кнопок ▲ или ▼ выбирают иконку ↻. Нажимают кнопку OK и попадают в меню – **Create New Field** (Создать новое поле). После этого нажимают кнопку → (рисунок 20).

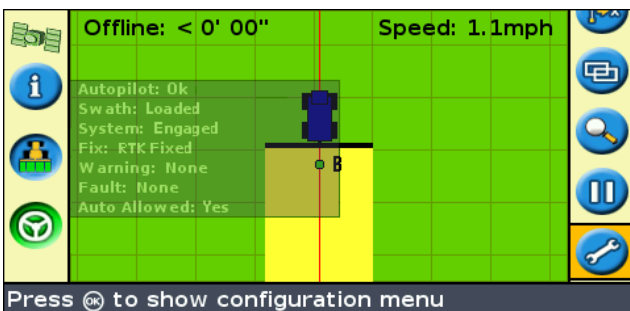


Рисунок 19 – Запуск системы



Рисунок 20 – Создание нового поля

3. Выбор типа линии

Кнопкой выбирают ▼ строку **Pattern Type**. Нажимают кнопку OK и попадают в меню – **Pattern Type** (Выбрать тип линии) – рисунок 21.

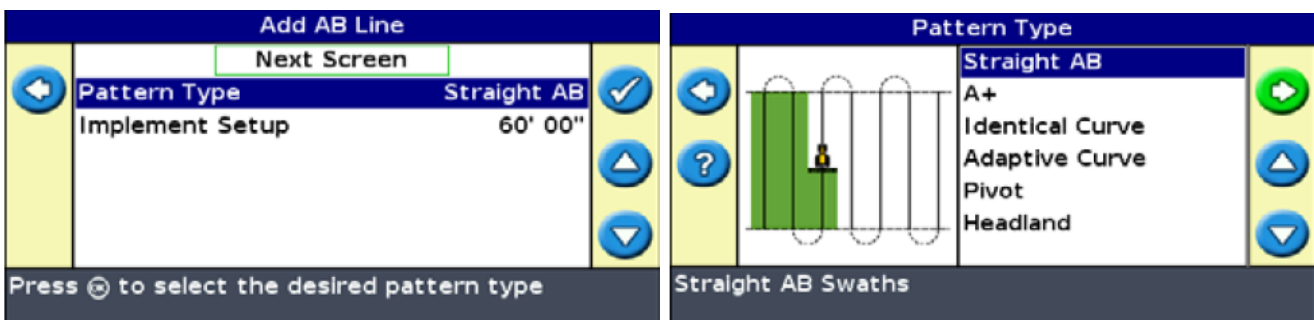




Рисунок 21 – Выбор типа линии

3.1. Выбор типа линии движения

Наиболее распространенный тип линии движения **Stright AB** – прямая линия АВ или **Headland** – контур границ с внутренней линией АВ. Это режим, при котором сначала обрабатываются края поля, а потом движение происходит по параллельным линиям (рисунок 21). На следующем экране указывается, сколько раз будут обрабатываться края. Обычно этот параметр равен одному кругу (**1 Circuit**).

4. Выбор ширины агрегата

С этой целью переходят по зеленой стрелке  на меню с настройками агрегата – **Implement Setup**. С помощью кнопки  переходят на нижний пункт меню **Implement Width** (рисунок 22).

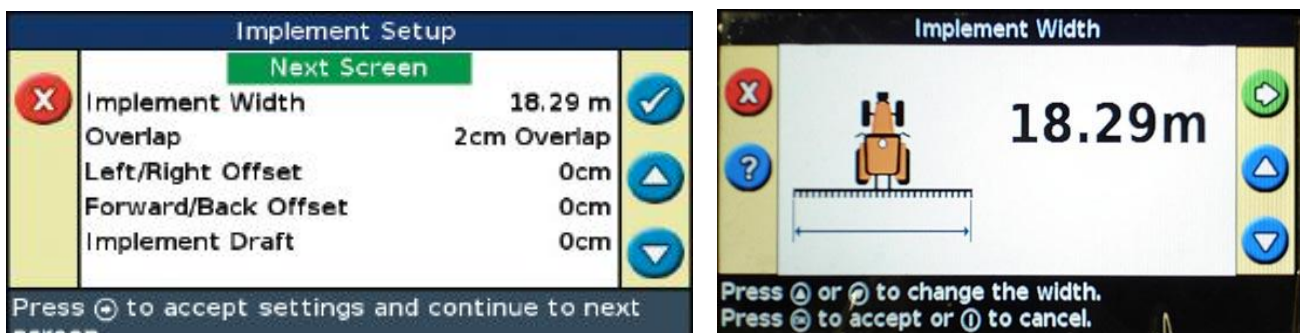



Рисунок 22 – Выбор ширины агрегата

4.1. Выбор перекрытия

С помощью кнопки  воспроизводится меню **Overlap**. Эта величина равна нулю, если в предыдущем пункте величина ширины агрегата выбрана меньше измеренной, т. е. уже с учетом перекрытия (рисунок 23).

4.2. Выбор смещения

Если центр агрегата смещен относительно центра антенны (это проявляется, когда при движении в одну

сторону перекрытие увеличивается по сравнению с заданным, а при возвратном наблюдается пропуск), то с помощью кнопок ▲ или ▼ необходимо установить соответствующее смещение **Вправо (Right)** или **Влево (Left)**, равное половине наблюдаемого перекрытия (рисунок 24).



Рисунок 23 – Выбор перекрытия

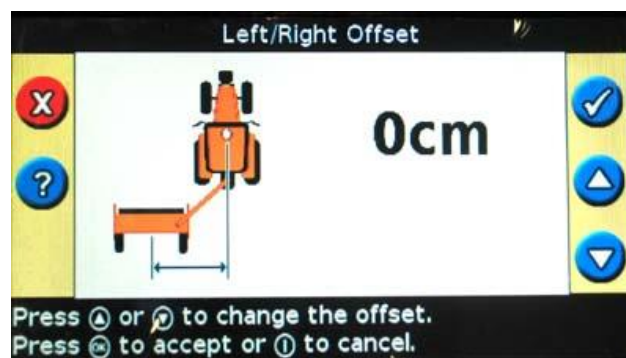


Рисунок 24 – Выбор смещения

4.3. Выбор расстояния от антенны до сельскохозяйственной машины

Как правило, сельхозмашина агрегатируется с трактором, поэтому кнопками ▲ или ▼ устанавливаются необходимый параметр (рисунок 25).

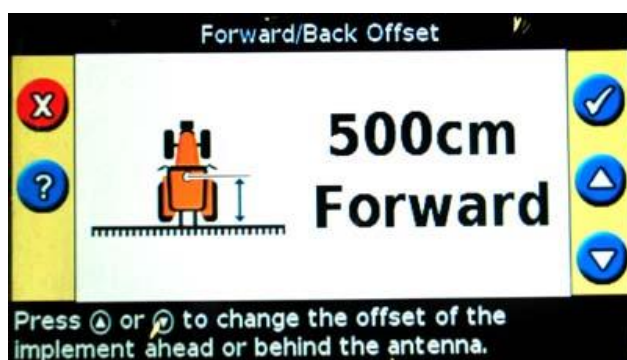


Рисунок 25 – Выбор расстояния от антенны до сельскохозяйственной машины

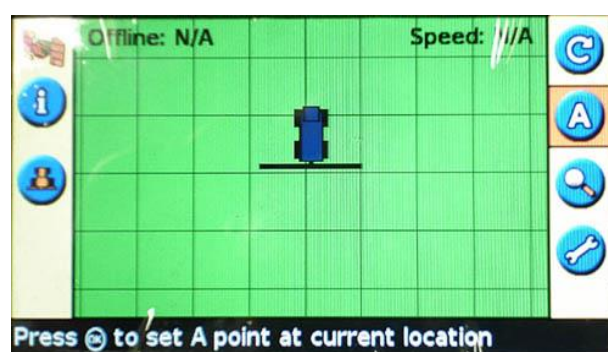






Рисунок 26 – Выбор точки А

5. Навигация с установки первой линии

В зависимости от типа линии в правой части интерфейса появляется изображение **A** – для режима **Stright AB** (прямая линия АВ – рисунок 26). Нажимают кнопку **OK**, когда трактор подъезжает к началу загона. Через 50 м на экране появляется точка **B**, нажимают **OK**, затем включают автопилот  .

Для выполнения режима **Headland** (оконтуривание поля) нажимают кнопку , когда трактор подъезжает к началу загона (рисунок 27). Далее необходимо начинать движение.

В процессе движения выбирают подходящее направление для создания линии АВ внутри контура – отмечают точки **A**, а затем – **B**. Далее продолжают движение по контуру до точки старта. Контур замкнется автоматически, или его можно замкнуть прямой линией, не доезжая до точки старта с помощью иконки .

После этого необходимо подъехать к точке А, загрузить линию АВ и выбрать режим автопилота. В этом случае доступно дополнительное информационное окно, содержащее информацию о текущем статусе автопилота (рисунок 28).

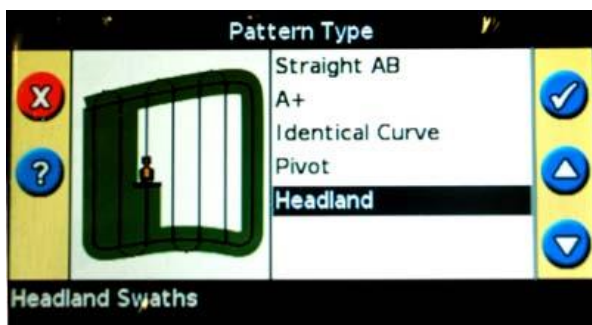


Рисунок 27 – Выбор режима оконтуривания поля

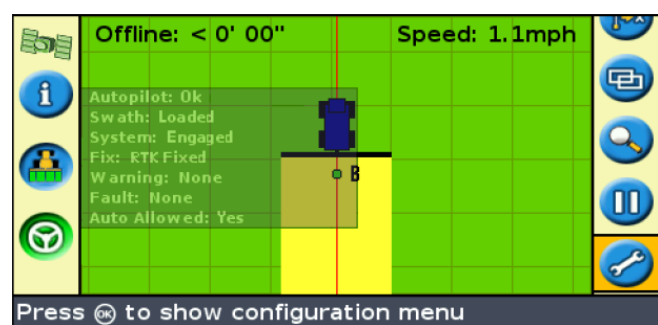


Рисунок 28 – Дополнительное информационное окно

Система управления Trimble EZ-Guide 250

Назначение

Система параллельного вождения EZ-Guide 250 используется при выполнении высокоточных сельскохозяйственных работ и для простых операций вождения.

Органы управления

Внешний вид и органы управления EZ-Guide 250 представлены на рисунке 29.

Курсоуказатель имеет функциональные клавиши I, II и III.

С помощью рабочих клавиш ▲ и ▼ выбирают необходимую команду на экране, а с помощью кнопки **OK** – подтверждение действия.


Маркер  показывает текущее положение трактора на линии. Скорость движения трактора отображается в правом верхнем углу экрана, а отклонение от заданного курса – в левом углу (рисунок 30).



Рисунок 29 – Устройство дисплея
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – функциональные клавиши; 2 – светодиоды (индикаторы курсоуказателя); 3 – рабочие клавиши; 4 – экран; 5 – порт для подключения USB-устройства; 6 – порт питания и внешнего контроллера; 7 – разъем для антенны; 8 – посадочное место для крепления




Рисунок 30 – Устройство дисплея:

1 – отображение скорости движения; 2 – отображение отклонения агрегата от курса

Описание иконок, которые появляются на экране в процессе работы с левой и правой стороны экрана, представлено в таблице 5.

Управление системой

В начале работы при включении прибора выбирают метрическую систему измерений (рисунок 31). Затем необходимо дождаться появления зеленого значка спутника в левом верхнем углу экрана. Красный цвет иконки спутника  свидетельствует, что сигнал GPS отсутствует. Если после включения прошло более 15 мин и сигнал остается красным, то возможны следующие причины: отсутствует контакт в разъеме антенны, вокруг находятся здания или высокие деревья лесополосы, антенна закрыта каким-то предметом.

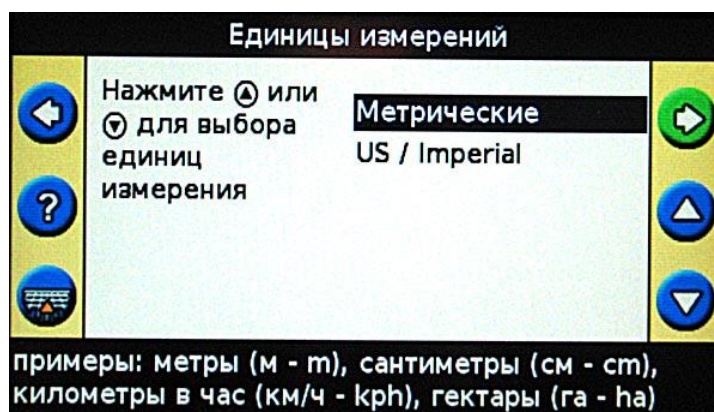






Рисунок 31 – Выбор системы измерений

Желтый цвет иконки спутника  подтверждает наличие сигнала GPS, но точность его мала, поэтому необходимо подождать. Если иконка спутника зеленого цвета , то точность сигнала GPS достаточна для работы.

Порядок действий на новом поле в режиме пользователя («расширенный»)

1. Начало работы

Штекер питания необходимо воткнуть в прикуриватель. Нажимают кнопку . Требуется некоторое время для поиска спутников. Текущую точность проверяют, нажав дважды кнопку , при этом появится экран с первой строчкой **Источник GPS: WAAS/Egnos** (рисунок 32). В первой снизу строчке **Возраст поправок** будет отображено время приема сигнала. Начало работы возможно только при зеленом цвете значка спутника.

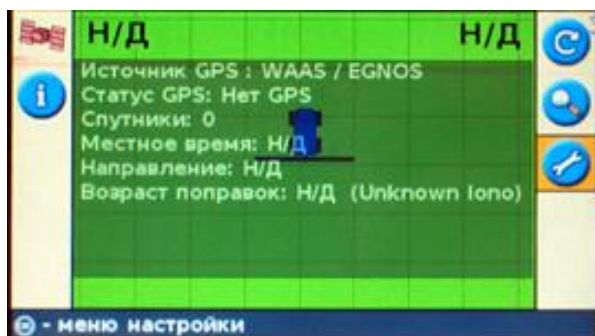


Рисунок 32 – Новый запуск системы

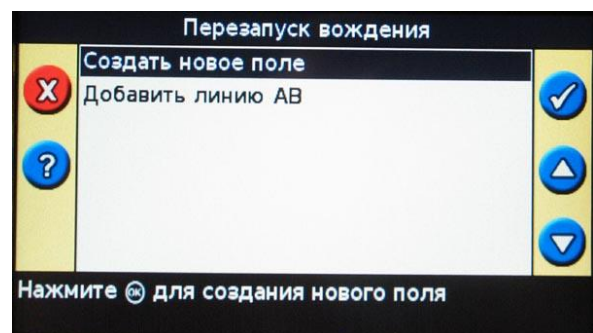



Рисунок 33 – Создание нового поля


2. Создание нового поля






С помощью кнопок  или  выбирают иконку , расположенную в правом столбце верхнего поля дисплея. Нажимают кнопку  (рисунок 33), в меню откры-

вается **Create New Field (Создать новое поле)**. Если поле создано, то появляется строчка **Выбрать поле**, и можно выбрать предыдущее поле. Нажимают кнопку .

3. Подтверждение конфигурации

На этом экране можно задать имя клиента (обычно – текущий год), название хозяйства, поля и тип проводимых работ (рисунок 34).

Для этого с помощью кнопок  и  выбирают необходимый пункт и нажимают **ОК**, далее – **создать новое** (рисунок 35). Один раз заданные варианты сохраняются для последующего использования.

На экране стрелками выбирают необходимые буквы. Кнопками  и  двигают курсор влево и вправо, а кнопками  и  – вверх и вниз. Выбранную букву подтверждают кнопкой **ОК**. Неправильный символ можно стереть в нижнем ряду с помощью символа ←, слева от него – вставка пробела, справа – окончание набора имени и сохранение для последующего использования. В любой момент можно отменить создание нового имени с помощью кнопки . Переход к следующему экрану осуществляется после перемещения курсора к надписи **следующий экран**, при этом она будет зеленого цвета – **следующий экран**.

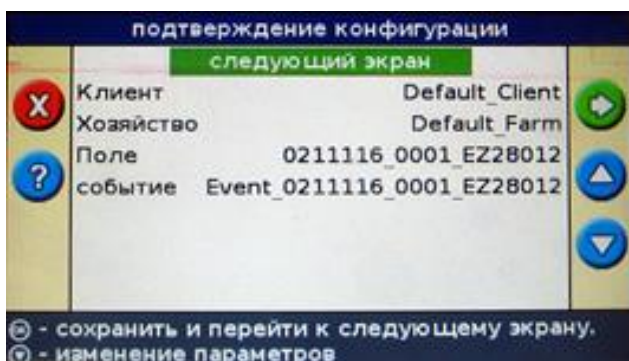


Рисунок 34 – Подтверждение конфигурации

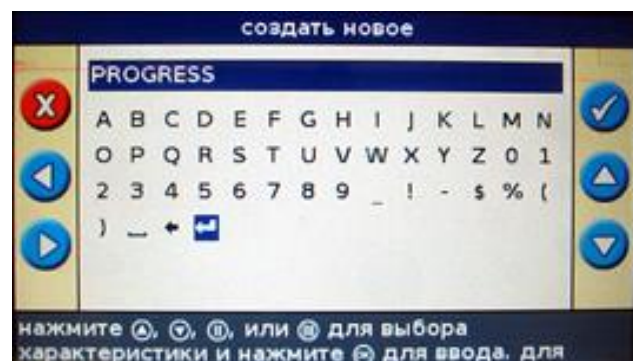


Рисунок 35 – Создание нового поля

4. Выбор ширины агрегата

Кнопками ▲ и ▼ можно изменить ширину агрегата (ее размеры берут из паспортных данных или измеряют рулеткой). Если нажать и удерживать кнопку, то изменение чисел ускоряется: через 10 значений начинают меняться десятки, а через 50 – сотни (рисунок 36). После установки ширины агрегата нажимают кнопку **OK**.

5. Задание пропуска / перекрытия

Таким образом можно задать размеры допустимого перекрытия или требуемый пропуск между рядами (рисунок 37). Перекрытие рекомендуется устанавливать около 20–30 см в зависимости от квалификации механизатора. Затем нажимают кнопку **OK**.

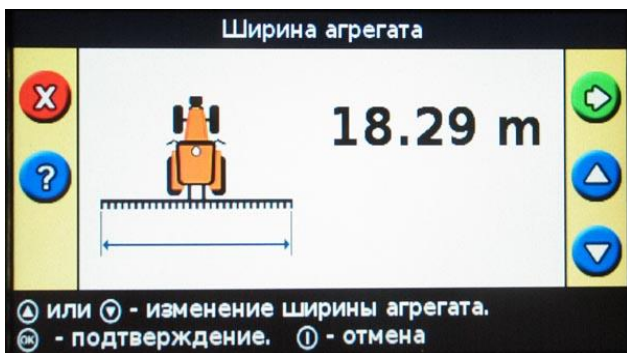


Рисунок 36 – Выбор ширины агрегата

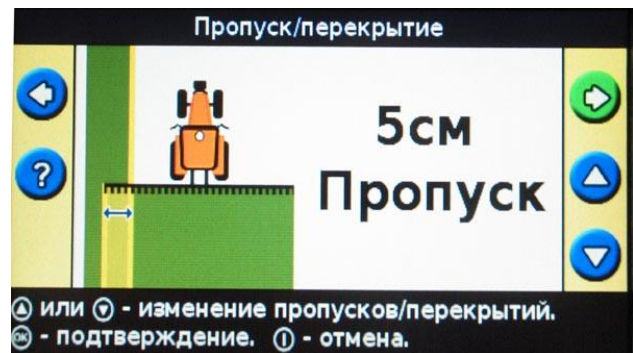


Рисунок 37 – Выбор допустимого перекрытия

6. Задание смещения оси вперед / назад

Задают расстояние от центра антенны до несущей оси прицепного агрегата (рисунок 38). Затем нажимают кнопку **OK**.



Рисунок 38 – Задание смещения оси вперед / назад



Рисунок 39 – Задание смещения агрегата влево / вправо

7. Задание смещения агрегата влево / вправо

Если центр агрегата смещен относительно центра антенны (это проявляется, когда при движении по загонке в одну сторону размер перекрытия увеличивают по сравнению с заданными, а при возврате обратно наблюдается пропуск), то с помощью кнопок ▲ или ▼ необходимо установить соответствующее смещение **Вправо (Right)** или **Влево (Left)**, равное половине наблюдаемого перекрытия (рисунок 39).

8. Выбор шаблона движения

Прямую АВ – движение по параллельным линиям, заданным двумя точками А и В, отмеченными механизатором (рисунок 40).



Рисунок 40 – Выбор шаблона движения

A+ – движение по азимуту. Отмечают точку А и направление (по компасу либо по зафиксированной линии другого трактора или заданной на другом поле).

Идентичная кривая – не прямая линия между двумя точками А и В, заданными механизатором. Требуется заполнения только первый проход, все остальные будут идентичны первому.

Адаптивная кривая – не прямая линия между двумя точками А и В, также заданными механизатором. Каждый следующий проход совершают параллельно предыдущему с учетом изменений в текущем проходе.





Pivot – движение по окружности предполагает, что задается выезд с поля в центр.

Конец гона – сначала обрабатывают «края» поля (в меню задается количество «кругов» обработки), а внутри работают по параллельным линиям. По завершению прохода кругов выделяют площадь поля внутри круга.


FreeForm – работа в полевых условиях, где невозможно выполнение других заданий.




9. Начало навигации с установки первой линии

Для режима **Stright AB** (прямая линия АВ)

Нажимают кнопку , когда трактор подъезжает к началу загонки. Начинают движение. Через 50 м на экране появляется точка . Далее нажимают клавишу  и продолжают движение по прямой или до конца загонки, если не виден край поля, а затем – кнопку . Однако в этом случае первая линия будет, как правило, кривой и плохо стыковаться со второй загонкой. Тогда первую загонку отбивают холостой (без агрегата), а агрегат включают на обратном пути на той же линии.

Для режима **Headland** (конец гона)


Когда трактор подъезжает к началу загонки, нажимают кнопку  и начинают движение.




В процессе движения выбирают подходящее направление для создания линии АВ внутри контура – отмечают точку , а затем – , далее продолжают движение по контуру до точки старта. В этом случае контур замкнется автоматически. Его можно также замкнуть прямой линией, не доезжая до точки старта, с помощью иконки .

После этого необходимо подъехать к точке А, загрузить линию АВ и начать вождение. После замыкания контура (любым из способов) будет показана площадь текущего поля.

Настройка в режиме пользователя (режим «простой»)

1. Выбор режима пользователя

Данный режим переключается в меню **Режим пользователя** (рисунок 41). В режиме **Простой** оператору доступно минимальное количество настроек, и они чаще всего подтверждаются кнопкой .

Для смены режима пользователя наводят курсор на иконку  и нажимают . Стрелками выбирают необходимый режим и подтверждают его кнопкой .

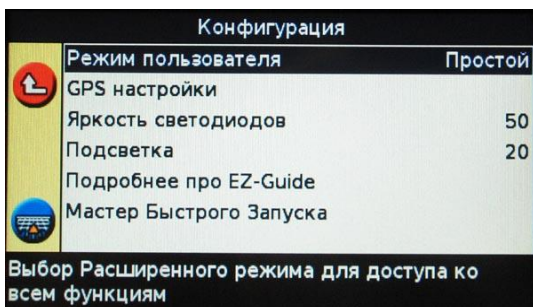


Рисунок 41 – Выбор режима пользователя

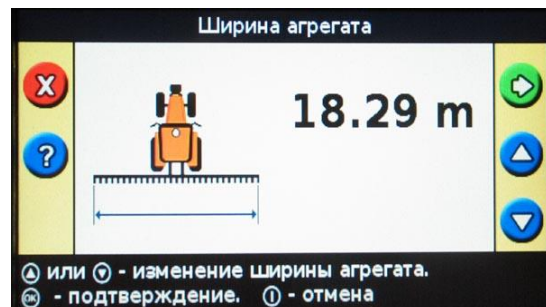


Рисунок 42 – Выбор ширины агрегата

2. Начало работы

Кнопками ▲ или ▼ выбирают иконку ⌚, расположенную в правом столбце на верхнем поле экрана. Нажимают кнопку ОК. Ширину агрегата изменяют кнопками ▲ и ▼ (рисунок 42), нажимают кнопку ▶.

3. Выбор пропуска / перекрытия

Этот режим изменяется кнопками ▲ или ▼, при переходе через «ноль» пропуск меняется на перекрытие и наоборот. Нажимают кнопку ▶ (рисунок 43).

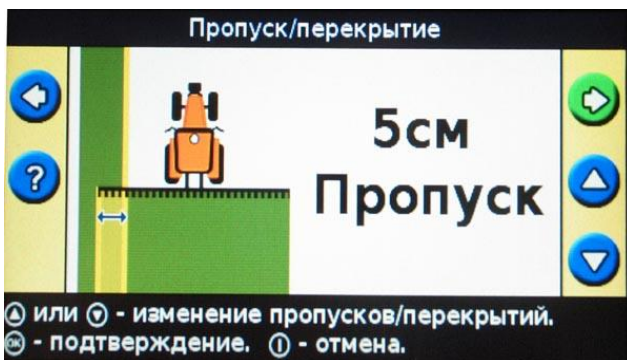


Рисунок 43 – Выбор пропуска / перекрытия




Рисунок 44 – Выбор расположения агрегата

4. Выбор расположения агрегата

Это действие осуществляется кнопками ▲ или ▼. Замер производится от середины антенны и лучше всего с помощью рулетки. Измеряют расстояние от середины антенны до поворотной точки на сельскохозяйственной машине. Далее нажимают кнопку ▶ (рисунок 44).

5. Выбор смещения агрегата влево / вправо

Если сельскохозяйственная машина агрегатирована несимметрично трактору (технологически или случайно), то можно задать это смещение. При случайной несимметричности будут наблюдаться пропуски в одну сторо-

ну и перекрытия – в другую сторону. Если этого нет, то необходимо оставить «0 см» и нажать кнопку  (рисунок 45).

6. Начало работы

Для начала работы необходимо установить трактор на поле в направлении движения по первому ряду (рисунок 46). В этом месте нажимают на кнопку **ОК**, появляется надпись внизу экрана – для отметки точки В проехать 50 м. Необходимо проехать до конца ряда (не менее 50 м) и нажать кнопку **ОК** (возможность отметить точку Б появится через 50 м). Вне зависимости от движения трактора между точками будет прямая линия, поэтому рекомендуется нулевую (базовую) линию отбивать без работы агрегата, а включать его на обратном пути, по уже созданной линии.



Рисунок 45 – Выбор смещения влево / вправо

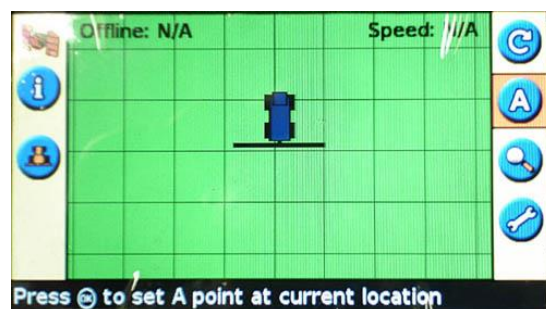


Рисунок 46 – Начало работы

В режиме **Идентичная кривая** запоминается любая траектория движения трактора (в том числе и не прямая), и трактор будет направляться относительно первой линии. В режиме **Адаптивная кривая** фиксируется каждый проход, и трактор движется относительно последнего прохода.

Функции картирования и панорамирования

Функции картирования и панорамирования (перемещения изображения поля по экрану) появляются только в режиме пользователя «расширенный» и после установления связи со спутниками (индикатор качества сигнала – зеленый). В настройке можно задать реакцию курсорказателя на результаты картирования.

1. Выбор конфигурации

Для настройки реакции системы необходимо войти в **Настройки**, выбрать режим пользователя **Расширенный** и войти в меню **Картирование** (рисунок 47). Для этого подводят стрелками вверх / вниз курсор до строчки **Картирование** и нажимают **ОК**.

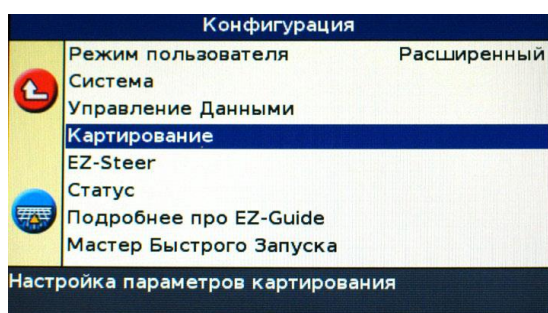


Рисунок 47 – Выбор конфигурации

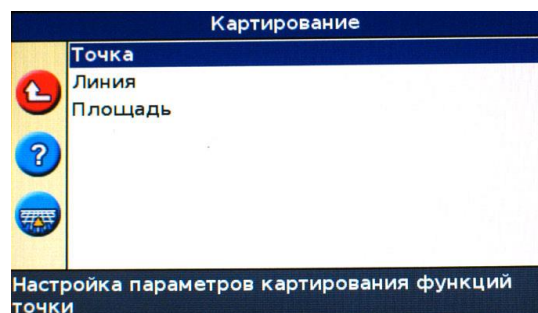


Рисунок 48 – Выбор отметки

2. Выбор отметки картирования

В меню доступны настройки реакции системы на отметку типа **Точка**, **Линия** или **Площадь** (рисунок 48). Под «точкой» понимается точечный объект, имеющий сравнительно малые размеры: камень, дерево, столб и т. д. Под «линией» – протяженный объект, площадь которого не важна: забор, река, траншея и т. д. Под «площадью» понимается протяженный объект, площадь которого значительна: поле, болото в центре поля, группа деревьев, строение и т. д.

3. Выбор расстояния для предупреждения

Курсоуказатель может предупреждать механизатора о приближении к объекту за указанное количество метров (рисунок 49).

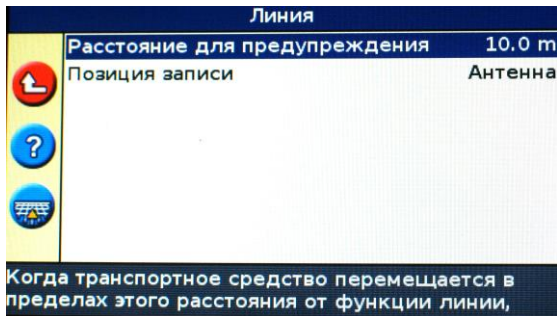


Рисунок 49 – Выбор расстояния









Рисунок 50 – Создание нового поля

4. Создание нового поля

Для выбора функции картирования необходимо создать новое поле. Отметки картирования будут относиться к нему. При этом важно, чтобы качество приема GPS-сигнала было максимальным («спутник» горит зеленым цветом) – рисунок 50.

5. Выбор объектов картирования

После входа в меню картирования появится выбор объекта: *точечный* , *линейный*  и *площадной*  (рисунок 51). Начало записи любого из них начинается внутри меню (необходимо навести курсор на нужную иконку, тогда только появится возможность начала и окончания записи). Выход из этого меню (отказ от картирования) – красная иконка сверху .

Для облегчения восприятия механизатору *точечные объекты* условно разделены на «камень», «цветок» и «дерево» (рисунок 52). Предполагается, что «камень»  – это маленький и низкий объект; «цветок»  – это,


к примеру, столбик над кабелем связи; а «дерево»  – это дерево или небольшая группа деревьев.



Рисунок 51 – Выбор объектов картирования



Рисунок 52 – Выбор точечного объекта

После нажатия на кнопку **OK** на поле появляется точка с номером, и прибор готов к вводу следующей точки.



В меню *площадного объекта* осуществляют два варианта – либо площадь внутри контура будет учитываться  (запись площади, например поля), либо она будет вычитаться  (запись исключения, например болота или кустарника) – рисунок 53.




Рисунок 53 – Выбор площадного объекта




Рисунок 54 – Предупреждение системы о приближении к объекту

После нанесения любого объекта на карту и приближения к нему на установленное в настройках расстояние

на экране появится соответствующее предупреждение (рисунок 54).

В меню картирования может отобразиться новый пункт «корзина» , с помощью которого можно удалить любой объект (точечный, линейный или площадной), возле которого находится транспортное средство (рисунок 55).

6. Выбор меню панорамирования

Панорамирование  позволяет поле окинуть взглядом сверху (рисунок 56). В этом меню можно уменьшить или увеличить любую часть карты без привязки к положению трактора.




Кнопка  предназначена для центрирования карты относительно текущей позиции, кнопки  и  – увеличения и уменьшения масштаба.



Рисунок 55 – Выбор команды «корзина»

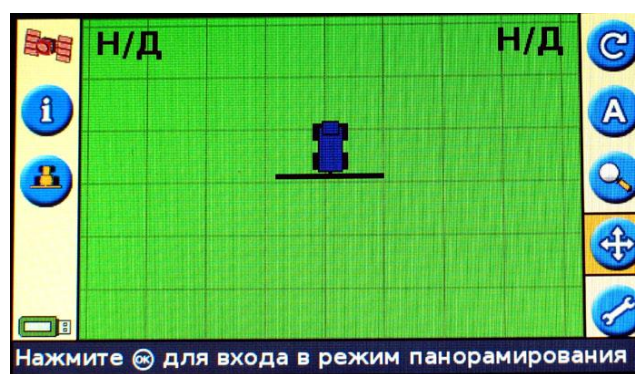


Рисунок 56 – Выбор меню панорамирования

Система управления *Raven Cruizer II*

Назначение

Система навигации Cruizer II расширяет ее возможности посредством простого в использовании сен-

сорного экрана. Кроме того, она моделирует работу радара выполнения для операций, в которых учитывается скорость движения, и передает дифференциальные данные GPS на другие контроллеры или в дополнительные системы. Система Cruizer II может применяться совместно со следующими системами:

- автоматические системы рулевого управления Raven SmartTrax или SmartSteer;
- модуль наклона Raven TM-1 для навигации с коррекцией наклона;
- системы Raven для автоматического управления секциями (такие как AccuBoom, SmartBoom, AccuRow и SmartRow).


Органы управления

На рисунке 57 представлен внешний вид дисплея Cruizer II.



Рисунок 57 – Устройство дисплея
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – кнопка питания; 2 – USB-порты; 3 – порт CAN; 4 – порты В и D; 5 – разъем питания; 6 – порты А и С; 7 – разъем для антенны; 8 – место кронштейна RAM

В начале работы выбирают язык и единицы измерения. После этого необходимо нажать кнопку **Далее** , чтобы подтвердить отображаемые настройки и перейти к экрану **Width Setup** (Настройка ширины).


При помощи экранной клавиатуры вводят общую ширину навесного оборудования или штанги в единицах, выбранных на предыдущем экране. После этого необходимо нажать кнопку **Далее** , чтобы подтвердить отображаемое выбранное значение, и переходят к экрану **Положение антенны** (рисунок 58).



Рисунок 58 – Отображение положения антенны:

- 1 – отображение текущего положения антенны; 2 – текущие единицы измерения; 3 – текущие значения смещения; 4 – выбор расположения штанги / навесного оборудования

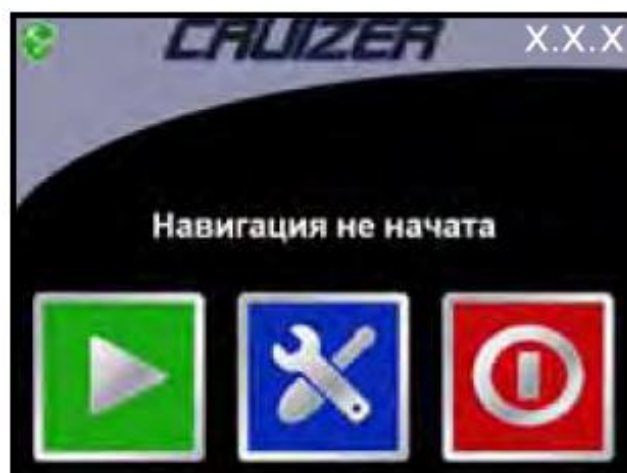



Рисунок 59 – Отображение главного экрана

Для завершения процесса настройки нажимают кнопку **Главный экран** , чтобы вернуться к главному экрану.

Текущая версия микропрограммы, загруженной в консоль, отображается в правом верхнем углу окна **Главный экран** (рисунок 59).

Основные значки главного экрана показаны в таблице 6.

Управление системой

1. Запуск нового задания




В окне **Главный экран** нажимают кнопку **Запуск задания** .


Таблица 6 – Основные значки главного экрана


Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Запуск нового задания или возврат к экрану навигации в случае уже выполняемого задания		DGPS в норме
	Доступ к Меню Инструменты		Выполняется инициализация GPS (мигает желтым / красным)
	Отключение питания консоли		В системе возникло условие создания предупреждения DGPS
	Завершение открытого задания		Позиционирование DGPS недоступно
	Значок системы рулевого управления		Значок устройства внесения удобрений или сеялки

Для того чтобы начать новое задание с чистой картой покрытия, необходимо выбрать параметр **Новое задание** и нажать кнопку **Далее**  для продолжения.

На дисплее отображаются следующие параметры схемы навигации:

Режим Прямая (А-В)  – позволяет оператору выбрать начальную А и конечную В точки или курсовой угол, по которому система строит прямолинейный маршрут навигации. Последующие маршруты навигации будут параллельны первоначальной линии А-В.

По кругу  – позволяет оператору задать точки А и В, по которым система выстраивает круговой маршрут навигации. В режиме **По кругу** система создает маршруты навигации, начиная с внешнего края к центру с шагом заданной величины.

Заданная траектория  – позволяет оператору записывать неправильную кривую линейную траекторию А-В. Последующие маршруты навигации будут создаваться на основе этой начальной траектории.

4. Схему навигации выбирают в наибольшей степени подходящую для поля и выполняемой операции. Когда схема навигации выбрана, отображается окно **Экран навигации**.

2. Экран навигации

В окне **Экран навигации** отображается следующая информация (рисунок 60):

- 1 – области **Скорость** или **Курс относительно Земли**;
- 2 – расстояние до маршрута (отображается расстояние и направление от машины до отображаемого маршрута навигации);

- 3 – обработанная площадь;
- 4 – значки заданных точек А или В, номер полосы или режим **Последний проход**;
- 5 – журнал покрытия.



Рисунок 60 – Экран навигации

Система управления TeeJet Matrix Pro GS

Назначение

Matrix Pro GS позволяет управлять комплексом подсоединенных устройств и обеспечивает составление карт GPS, навигацию, автопилот FieldPilot, систему автоматического управления секциями штанги BoomPilot и сбор данных.

Органы управления

Система Matrix Pro 570GS создана для использования в типичных сельскохозяйственных рабочих условиях (рисунок 61).



Рисунок 61 – Устройство дисплея Matrix Pro 570GS
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – встроенная светодиодная панель; 2, 14 – кнопка питания; 3, 13 – порт USB с резиновой крышкой; 4 – сенсорный экран; 5 – стандартный кронштейн RAM; 6 – динамик; 7 – встроенный кронштейн RAM; 8 – соединение антенны GPS; 9 – резиновые крышки соединителей; 10 – соединение сигнала скорости; 11 – соединение камеры; 12 – соединение источника питания

Плотно подогнанный корпус, в комбинации с резиновыми колпачками на всех разъемах предотвращает возникновение неисправности в результате эксплуатации в пыльной среде.

Консоль Matrix Pro 840GS показана на рисунке 62.



Рисунок 62 – Устройство дисплея Matrix Pro 840GS
(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – порт USB с резиновым колпачком; 2 – встроенная светодиодная панель; 3 – кнопка питания; 4 – кнопка возврата на основной экран; 5 – кнопка увеличения / уменьшения; 6 – сенсорный экран; 7 – стандартный кронштейн RAM; 8 – встроенный кронштейн RAM; 9 – динамик; 10 – соединение антенны GPS; 11 – соединение сигнала скорости; 12 – соединение камеры; 13 – соединение источника питания

Камера режима реального видео RealView позволяет выводить видеоизображение на экран. Она оснащена инфракрасной подсветкой, что способствует получению четкого видеоизображения даже в темное время суток.

Клавиши нижних вкладок всегда расположены на экране. Эти кнопки открывают доступ к заданиям, опциям настройки и навигации (таблица 7, рисунок 63).

Панель навигации содержит информацию: о выбранных позициях (текущая скорость, направление, общая обработанная площадь, текущее время, номер прохода, текущее давление системы и текущий размер капель), о навигации (боковое отклонение, текущее состояние, статус GPS) и состоянии штанги (рисунки 64, 65).

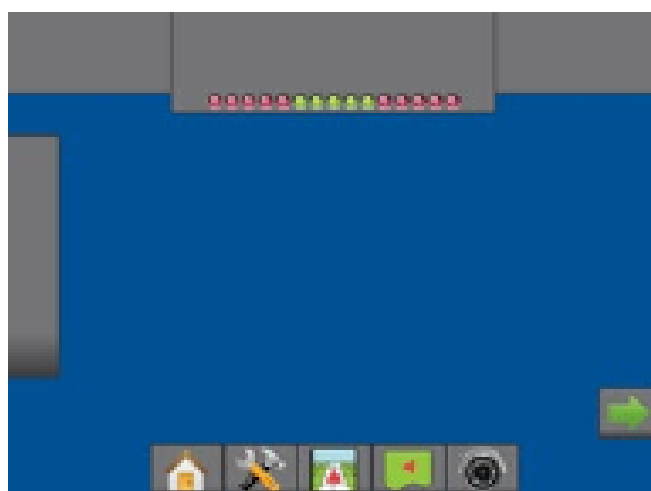


Рисунок 63 – Клавиши нижней вкладки

Таблица 7 – Клавиши нижней вкладки

Значок	Назначение	Значок	Назначение
	Начальный экран / экран задания		Навигация в представлении поля
	Настройка устройства		Навигация RealView или полноэкранный режим представления видео
	Навигация в представлении машины		

Управление системой

Система Matrix Pro GS обеспечивает обработку участков и одновременное осуществление системы навигации машины. По завершении настройки устройства может быть осуществлен процесс навигации. Пять режимов навигации позволяют оператору оптимизировать полевые работы: **Прямая АВ** , **Кривая АВ** , **По окружности** , **Последний проход**  и **Следующий ряд** . Дополнительная оптимизация достигается за счет режимов **Границы внесения** , **Кривой прогнозирования** , **Возврата к точке**  и функции видеонавигации RealView .



Рисунок 64 – Пример панели навигации:

1, 3 – выбираемая информация;
2 – навигация и состояние штанги



Рисунок 65 – Строка состояния:

1 – состояние GPS; 2 – режим навигации; 3 – состояние ограниченной зоны; 4 – состояние системы подруливания (серворуль, автопилот); 5 – состояние коррекции наклона; 6 – состояние системы автоматического управления секциями штанги BoomPilot; 7 – давление


Информация к пользователю поступает с трех экранов навигации.

Режим представления машины создает компьютерное изображение ее положения на обрабатываемой территории (рисунок 66).






Режим представления поля создает компьютерное изображение положения машины и обрабатываемой территории (вид сверху) – рисунок 67.

Навигация в режиме видео RealView позволяет отображать входящий видеосигнал вместо компьютерного изображения (рисунки 68, 69).

Для выбора режима навигации необходимо:

1) нажать вкладку **Опции навигации и направляющих**  для отображения параметров навигации;

2) нажать значок **Режим навигации** ;

3) выбрать одну из команд: **Навигация по прямой АВ** , **Навигация по кривой АВ** , **Навигация по окружности** , **Навигация последнего прохода** , **Навигация следующего ряда** .

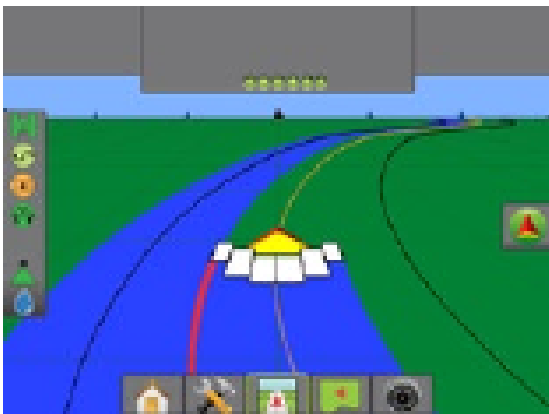


Рисунок 66 – Режим представления машины



Рисунок 67 – Режим представления поля



Представление машины  – компьютерное изображение положения машины в зоне внесения материалов. Благодаря компьютерному изображению можно перейти ко всем параметрам настройки или навигации через вкладку справа на экране (рисунок 70).



Рисунок 68 – Режим видео



Рисунок 69 – Режим видео с различных положений агрегата

Представление поля  – компьютерное изображение положения машины и зоны внесения материалов, благодаря которому доступны все параметры настройки или навигации и панорамный режим через вкладки параметров справа на экране (рисунок 71).

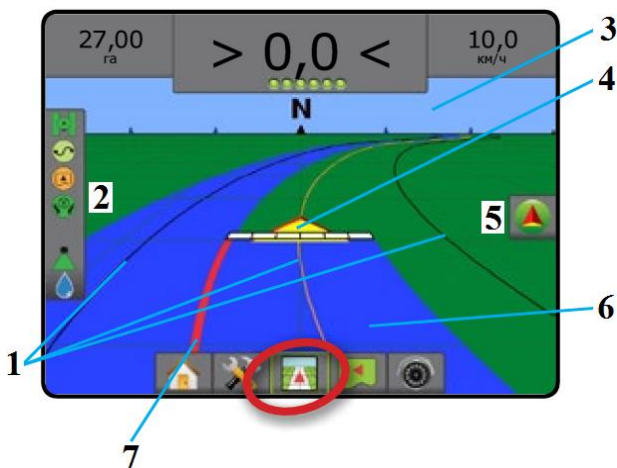


Рисунок 70 – Режим представления машины:

1 – направляющие навигации; 2 – строка состояния; 3 – компас горизонта; 4 – машина с отображением активных секций штанги в реальном времени; 5 – вкладка параметров навигации и направляющих; 6 – окрашенная зона перекрытия; 7 – площадь перекрытия

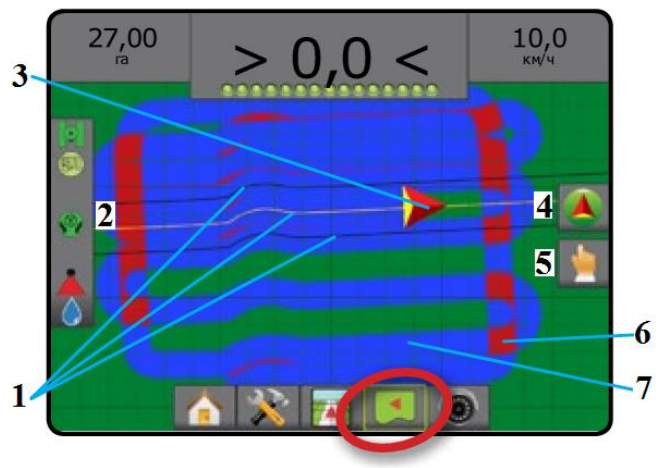




Рисунок 71 – Режим представления поля:

1 – направляющие навигации; 2 – строка состояния; 3 – отображение машины; 4 – вкладка параметров навигации и направляющих; 5 – варианты экрана; 6 – площадь перекрытия; 7 – окрашенная зона перекрытия

Прямая направляющая АВ

Прямая направляющая АВ  обеспечивает движение техники по прямой линии на основании опорных отметок А и В (рисунок 72).

Кривая направляющая АВ

Кривая направляющая АВ  обеспечивает движение сельскохозяйственной техники по кривым линиям на основании изначальной опорной линии АВ (рисунок 73). Навигация по кривой, превышающей 30° в пределах направляющей линии АВ, не рекомендуется.

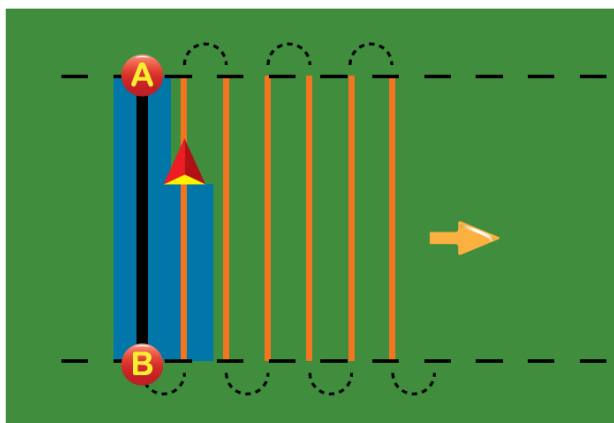


Рисунок 72 – Прямая направляющая АВ

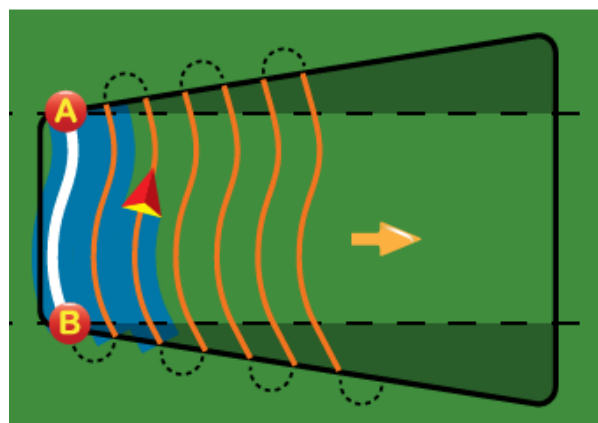




Рисунок 73 – Кривая направляющая АВ

По окружности

Команда **По окружности**  обеспечивает направление движения вокруг центральной точки по траектории внутрь и наружу на основании изначальной опорной линии АВ (рисунок 74).

Направляющая последнего прохода

Команда **Направляющая последнего прохода**  позволяет осуществлять навигацию по последнему успешному маршруту (рисунок 75).

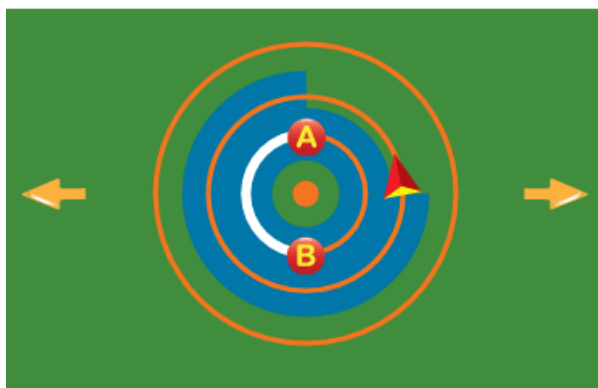


Рисунок 74 – Направляющая вокруг центральной точки

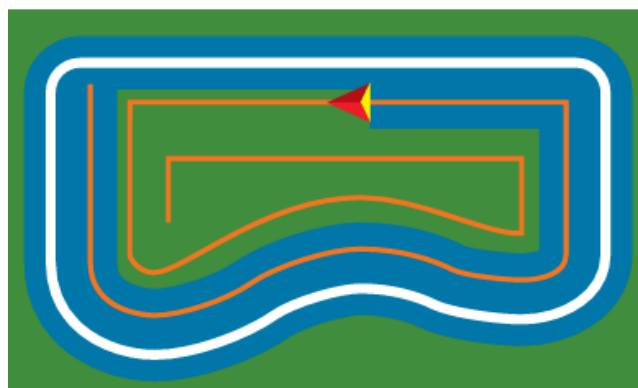



Рисунок 75 – Направляющая последнего прохода

Консоль автоматически обнаруживает ближайший прилегающий обработанный участок и на его основе устанавливает параллельную направляющую.

Навигация следующего ряда

Команда **Навигация следующего ряда**  указывает, где расположен следующий ряд и обеспечивает направление при последующем прохождении (рисунок 76). Когда машина переходит на следующий ряд, направляющая отключается.

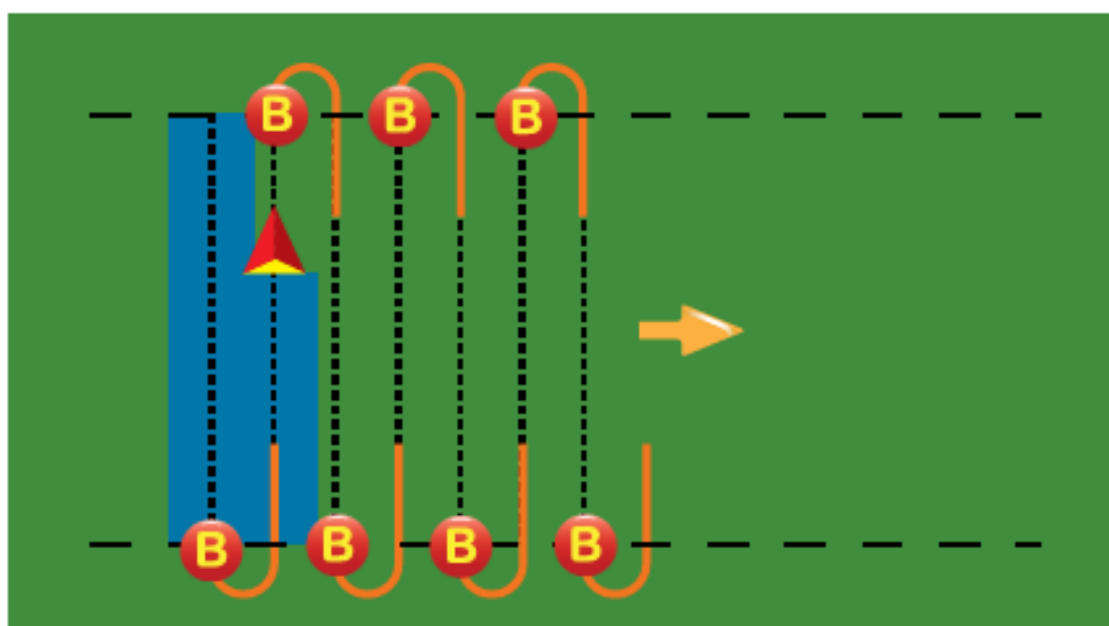


Рисунок 76 – Выполнение команды **Навигация следующего ряда**

Система управления Agrosom outback s lite

Назначение

Система Agrosom outback s lite предназначена для точного осуществления вождения сельскохозяйственной техники вдоль рядов при любой видимости – ночью, в условиях тумана, при сильной запыленности и т. д.

Органы управления

Комплект устройства управления представлен на рисунке 77.



Рисунок 77 – Устройство в комплекте:

1 – антенна со встроенным антенным кабелем; 2 – адаптер питания (CLA-адаптер); 3 – кабель питания (питание / GSI-кабель); 4 – монтажное основание для антенны; 5 – шаровая головка с 4 болтами крепления; 6 – вакуумная присоска, адаптер с болтами; 7 – дисплей outback s lite

Общий вид дисплея показан на рисунке 78.



Рисунок 78 – Устройство дисплея:

а – вид спереди; б – вид сзади

Управление системой

Функции меню


Для вызова меню используют клавишу **Menu** (рисунок 79). Клавиши со стрелками позволяют свободно по нему перемещаться.



Рисунок 79 – Клавиши для выбора **Menu**

Для выбора меню используют клавишу **Enter**.


Режимы вождения

Контурный режим  выбирают в том случае, если транспортное средство должно следовать вдоль границы участка или контура поля. В данном режиме выполняется запись прохождения транспортным средством исходной полосы (первой колеи) или параллельно ранее сохраненной полосе. При нажатии клавиши

Contour Guidance (ведение по контуру) прибор приступает к записи колеи (режим ведения отключен).

Режим А-В



Режим  используют в том случае, если необходимо двигаться параллельно прямой колее. Первую колею можно провести вдоль прямой границы поля либо разбить поле прямой полосой на две части и выполнять обработку с обеих сторон. Все последующие колеи будут находиться на равном расстоянии друг от друга, соответствующем указанной рабочей ширине.

Для определения линии А-В необходимо отметить точки А и В и подтвердить их расположение нажатием клавиши **Enter**.

Отображение вождения

Прибор **Outback s lite** содержит два ряда светодиодных индикаторов: **Steering Guide** (указатель поворота руля) и **Current Position** (указатель текущего положения).

Указатель поворота руля **Steering Guide 1** показывает, в какую сторону необходимо повернуть рулевое колесо, чтобы по возможности точно продвигаться по выбранной колее (рисунок 80).

Чем дальше от центральной точки загорается светодиод, тем сильнее необходимо повернуть рулевое колесо в соответствующую сторону.

Указатель текущего положения **Current Position 2** показывает, насколько транспортное средство удалилось от центра колеи. Чем дальше от центра загорается светодиод с символом трактора, тем больше расстояние до центра колеи.

Расстояние между двумя соседними светодиодами зависит от настройки чувствительности указателя **Steering Guide**.

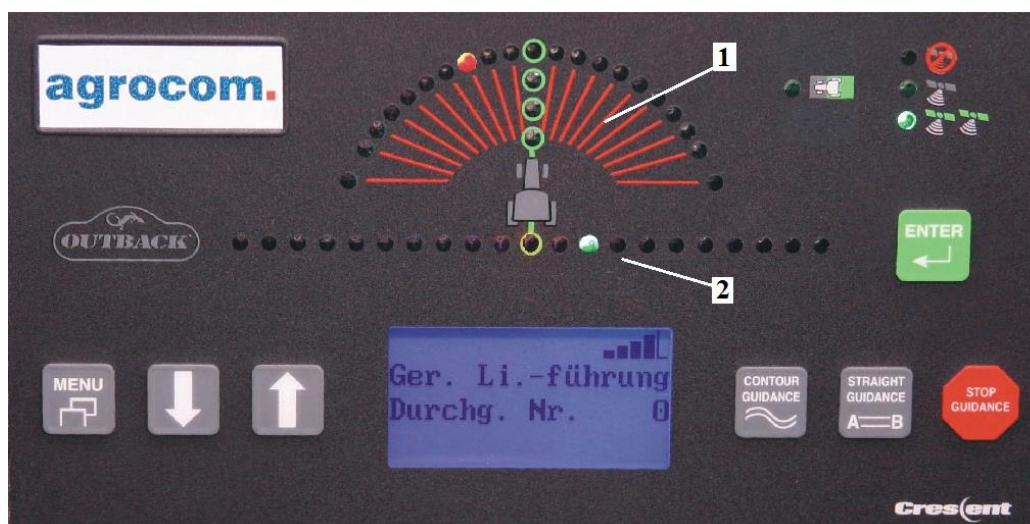


Рисунок 80 – Дисплей:

1 – указатель поворота руля (Steering Guide); 2 – указатель текущего положения (Current Position)

Оптимальная колея

Как только транспортное средство попадает в оптимальную колею, загораются 5 золотистых светодиодов (рисунок 81).

Определение площади

Меню предусмотрена функция **Настройка периметра**. При выборе данного пункта меню нажатием клавиши **Enter** активизируется функция определения площади. С помощью клавиш со стрелками выбирают опции: **Справа**, **Центр** и **Слева**.

Для того чтобы измерить площадь, которую транспортное средство объезжает в направлении справа, выбирают опцию **Слева** (и наоборот).

Если замер площади должен быть выполнен без использования навесных орудий, то выбирают опцию **Center** (Центр).



Рисунок 81 – Отображение попадания транспортного средства в оптимальную колею

Эффективная площадь относится только к значению площади, отображенному после замыкания контура.

Остановка режима ведения

Если режим ведения больше не требуется, то нажимают кнопку **Stop Guidance** . В режиме ведения система outback s lite выполняет запись всех перемещений. При нажатии **Stop Guidance** она прекращается.

Система управления Штурман

Назначение

Дисплей Штурман используют как систему параллельного вождения, а также самостоятельно для дорожной навигации.

Органы управления

Комплект оборудования представлен на рисунке 82. Общий вид дисплея показан на рисунке 83, а GPS-приемника Штурман – на рисунке 84.

Управление системой

Дисплей Штурман можно использовать как для дорожной навигации, так и по топографическим картам.



Рисунок 82 – Устройство в комплекте:

1 – дисплей Штурман; 2 – антенна; 3 – автомобильное зарядное устройство для дисплея; 4 – GPS-приемник Штурман с кабелем питания и набором установки; 5 – крепление



Рисунок 83 – Дисплей:

1 – жидкокристаллический экран; 2 – разъем для зарядки через USB; 3 – кнопка вкл. / выкл.; 4 – гнездо для карты

Для навигации с привязкой к дорогам используют программное обеспечение «Навител» и «IgoPrimo», позволяющее нажать на соответствующие значки в меню дисплея (рисунок 85).

Инструкции к этим программам расположены на карте памяти дисплея.

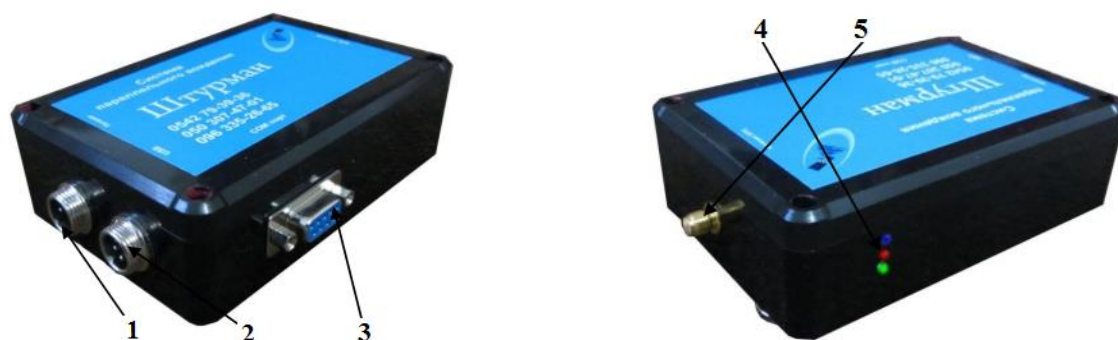


Рисунок 84 – GPS-приемник Штурман:

1 – разъем питания; 2, 3 – порты; 4 – индикатор состояния позиционирования; 5 – разъем подключения антенны



Рисунок 85 – Меню дисплея Штурман

Для навигации по топографическим картам применяют программу «OziExplorer».

Параллельное вождение

Перед началом работы после включения приемника Штурман должно пройти не менее 15 мин для более точного определения координат и осуществления расчетов.


На экране терминала необходимо нажать кнопку с изображением . Появится окно выбора режима навигации (рисунок 86).



Рисунок 86 – Окно выбора режима навигации

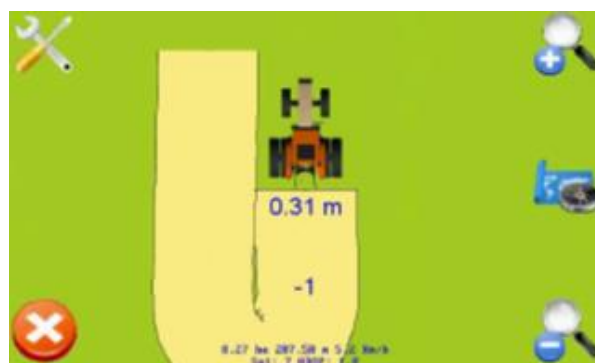







Рисунок 87 – Режим свободного вождения

Вкладка  позволяет перейти к функции свободного вождения без подсказок, только в визуальном режиме (рисунок 87).

Нажатие кнопки  способствует переходу к функции вождения по параллельным линиям с подсказками об отклонениях от прямой линии с помощью как визуальных, так и голосовых подсказок.

Вкладка  обеспечивает просмотр сохраненных обработок полей в ускоренном режиме. Нажатие кнопки  позволяет продолжить ведение ранее сохраненных незаконченных маршрутов обработки полей.

Вкладка  предназначена для настройки программного обеспечения Штурман.

Система управления Leica тоjoMINI

Назначение

Терминал Leica тоjoMINI предназначен для сокращения затрат на обработку поля благодаря навигационной системе параллельного вождения, которая позволя-

ет повысить точность ведения транспортного средства и сокращает затраты на проведение полевых работ (опрыскивание, культивация, внесение материалов и т. д.). Прибор, работающий от общедоступных спутников связи, может быть установлен как в тракторе импортного производства, так и отечественных марок МТЗ, ХТЗ, ЮМЗ, а также в различных опрыскивателях и другой технике. Он легко монтируется в кабину трактора (транспортного средства) или в салон автомобиля. В период, когда не проводятся полевые работы, его можно использовать как автомобильный навигатор.

Органы управления

Комплектация системы представлена на рисунках 88–89.

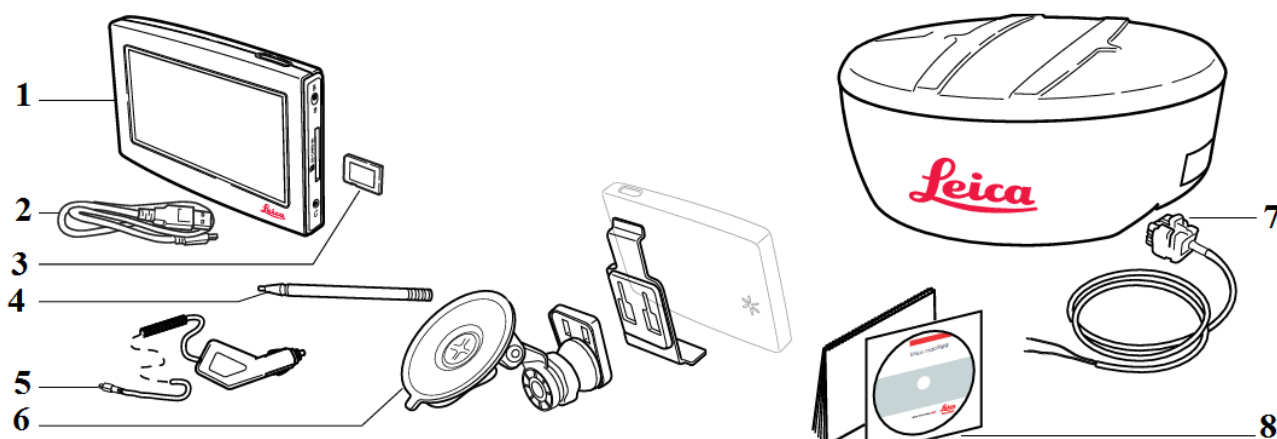


Рисунок 88 – Комплектация системы Leica mojoMINI:

1 – дисплей mojoMINI; 2 – USB-кабель для дисплея; 3 – карта памяти SD; 4 – стилус; 5 – автомобильное зарядное устройство для дисплея; 6 – крепление; 7 – GPS-приемник GeoSpective smart antenna с кабелем питания и набором для установки; 8 – документация

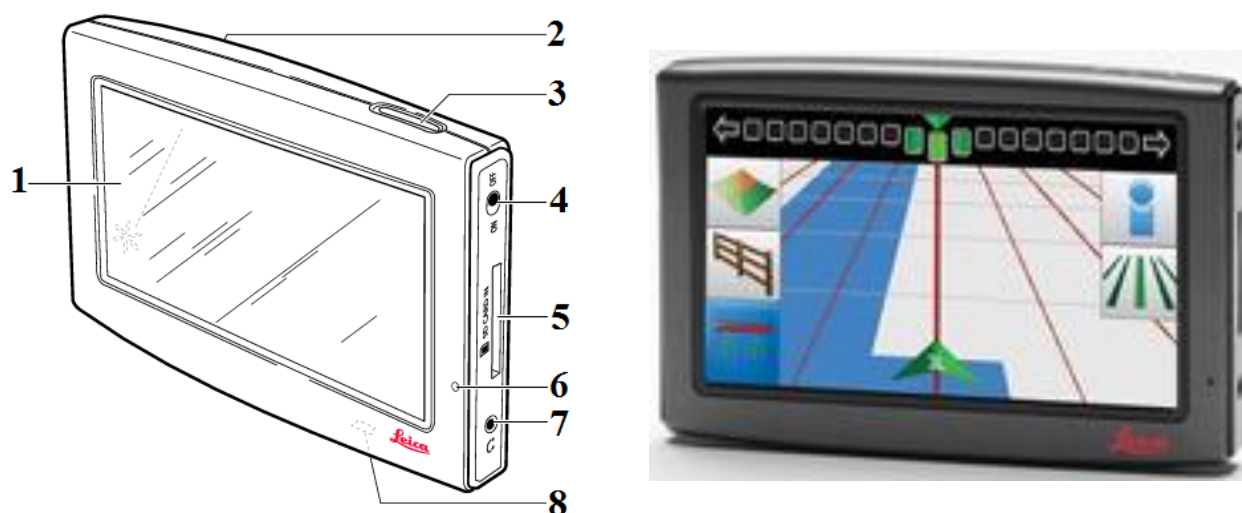



Рисунок 89 – Дисплей:

1 – жидкокристаллический экран; 2 – динамик; 3 – кнопка вкл. / выкл.; 4 – переключатель вкл. / выкл. (сброс); 5 – гнездо для карты памяти; 6 – индикатор заряда; 7 – разъем для наушников; 8 – разъем для зарядки через USB

Управление системой

Запуск режима параллельного вождения

На стартовом экране при нажатии на кнопки с изображением поля появится **стартовый экран**  (рисунок 90).

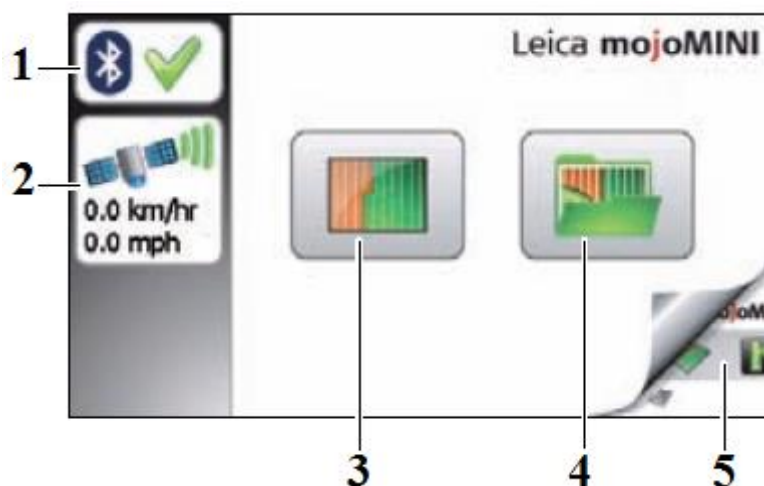



Рисунок 90 – Стартовый экран:

1 – состояние соединения с приемником; 2 – уровень сигнала GPS и текущая скорость; 3 – начать обработку нового поля; 4 – продолжить последнюю обработку; 5 – кнопка возврата к предыдущему экрану

После выбора функции начала обработки нового поля  задают необходимые параметры ширины захвата агрегата и расстояние от него до антенны (рисунок 91).

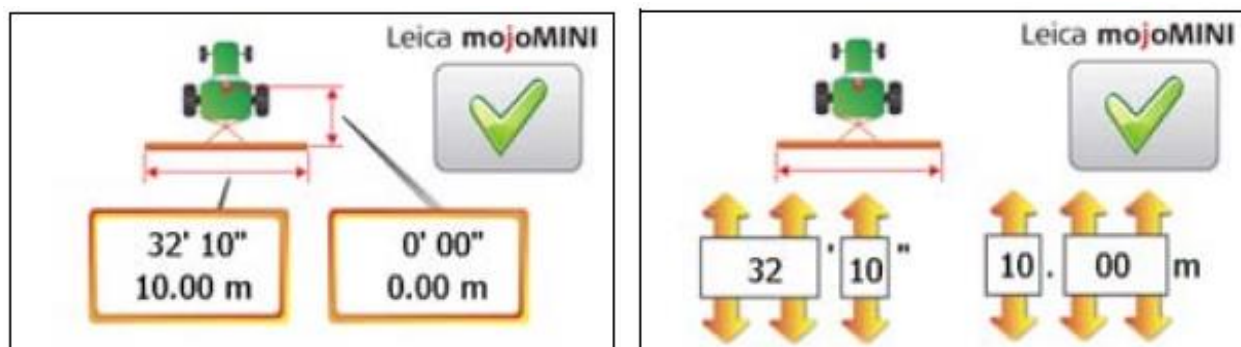


Рисунок 91 – Установка параметров

Выбирают необходимый шаблон навигации (рисунок 92).

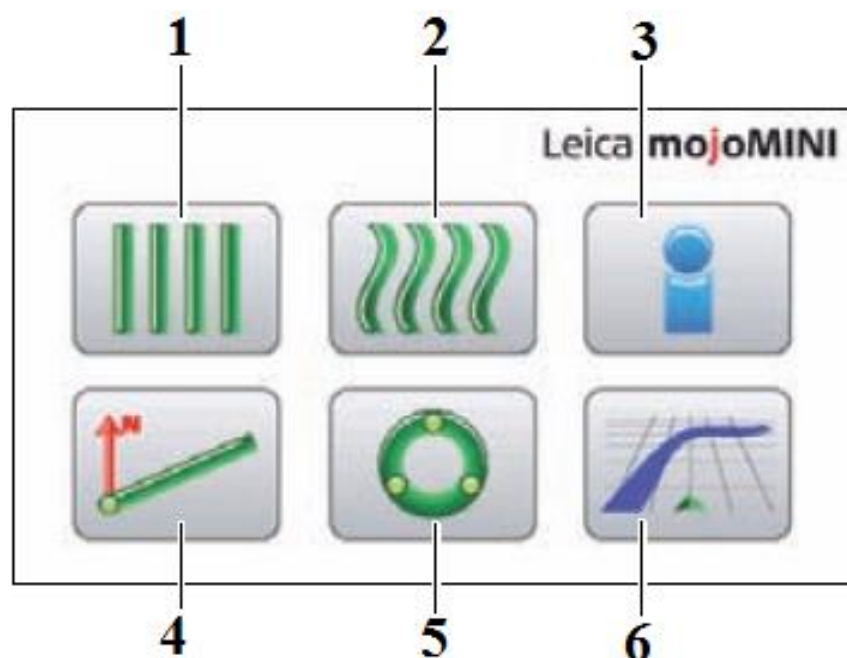



Рисунок 92 – Установка шаблона навигации:

1 – АВ параллельно; 2 – заданный контур; 3 – информация; 4 – А+ направление; 5 – круговое движение; 6 – навигационный экран: прямой переход к навигационному экрану без задания навигационных линий

Режим «АВ параллельно»

В окне выбора режима навигации необходимо нажать кнопку **АВ параллельно** . Далее на экране задают начальную точку А (рисунок 93), после этого – конечную точку В. Расстояние между точками А и В должно быть как минимум 30 м.

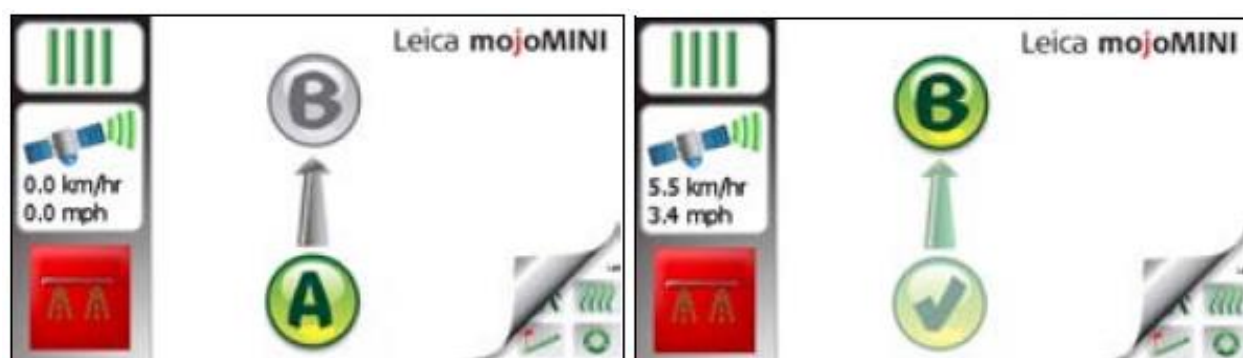



Рисунок 93 – Выбор на экране точек А и В

Режим «А+ Направление»

В окне выбора режима навигации необходимо нажать кнопку **А+ Направление** , далее задают начальную точку А (рисунок 94).

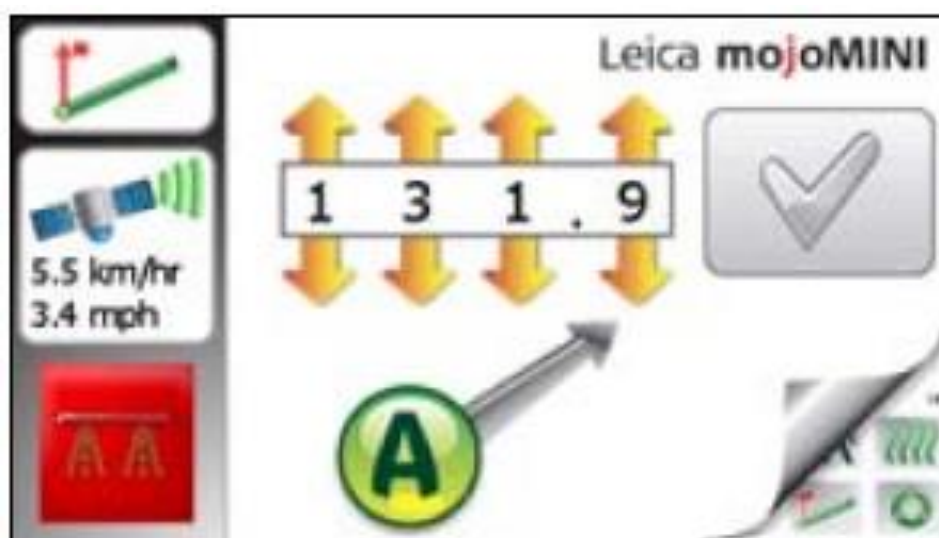



Рисунок 94 – Выбор на экране точки А

Для того чтобы ввести азимут, можно воспользоваться стрелками на экране (0° – север, 90° – восток, 180° – юг, 270° – запад).

Режим «Заданный контур»

В окне выбора режима навигации необходимо нажать кнопку **Заданный контур** . Далее задают начальную точку А (рисунок 95). При движении по криволинейной траектории к указанному месту в поле задают конечную точку В.

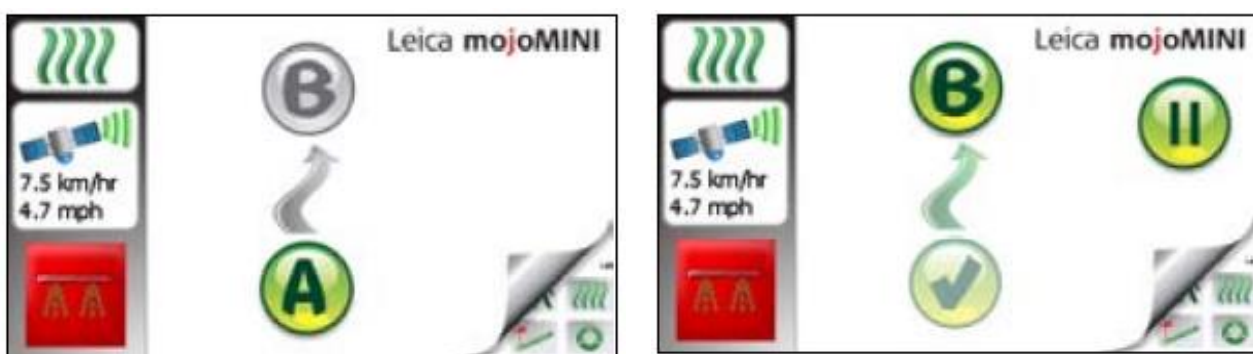



Рисунок 95 – Выбор точек А и В

Режим «Круговое движение»

В окне выбора режима навигации нажимают кнопку **Круговое движение** .

Далее задают начальную точку окружности А (рисунок 96), а при движении по кругу – точки В и С.



Рисунок 96 – Выбор точек А, В и С

Система управления G6 Farmnavigator

Назначение

Farmnavigator – это GPS-навигатор, предназначенный для работы в условиях точного земледелия. Он прост в установке и использовании благодаря широкому сенсорному экрану и удобному интерфейсу пользователя.

Органы управления

Устройство дисплея Farmnavigator показано на рисунке 97.

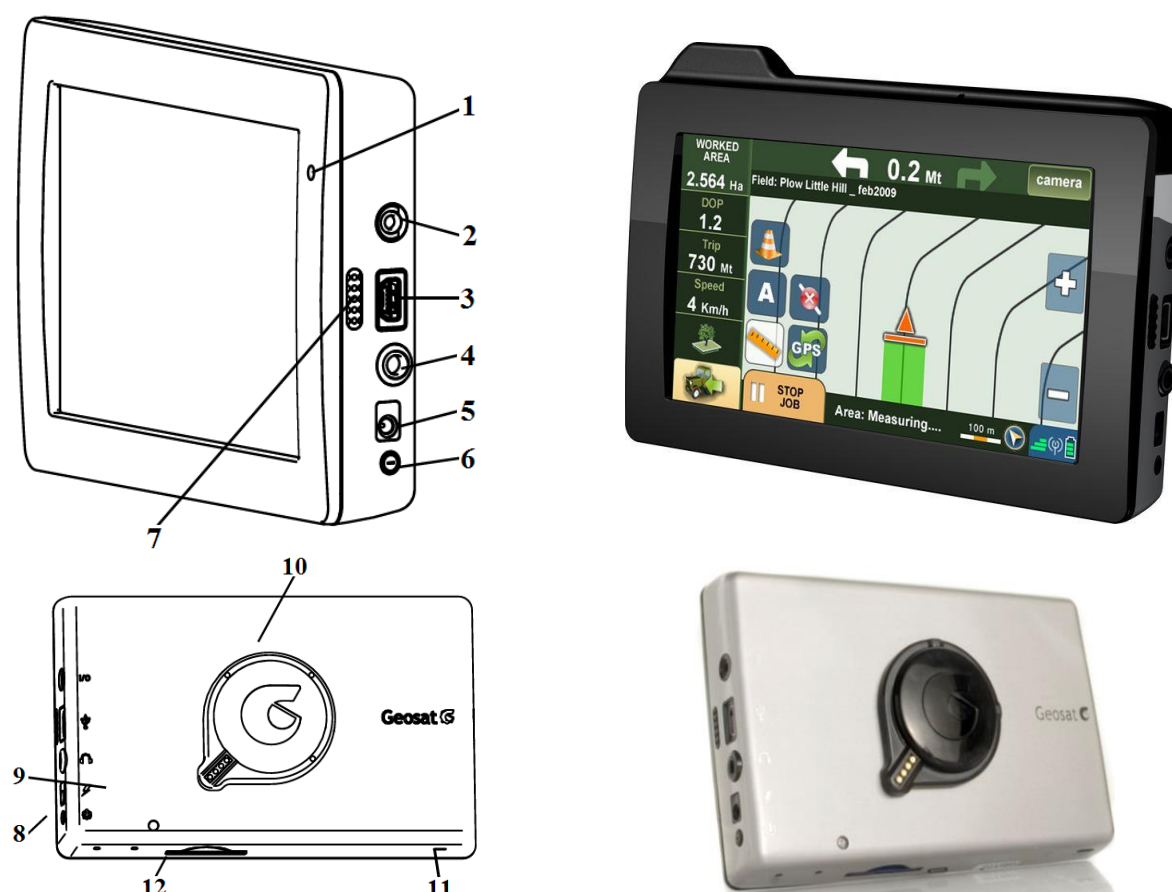


Рисунок 97 – Дисплей Farmnavigator:

1 – микрофон; 2 – последовательный порт; 3 – порт USB; 4 – выход аудио; 5 – разъем питания от адаптера 220В; 6 – кнопка выключения; 7 – динамик; 8 – сброс; 9 – датчик автоматического управления яркостью экрана; 10 – место для магнитного крепежа; 11 – мастер выключатель питания; 12 – слот для карты памяти SD

Управление системой

Для запуска системы необходимо нажать кнопку **Farmnavigator** в правом верхнем углу (рисунок 98).

В меню Farmnavigator находятся следующие пункты: поля, штанга опрыскивателя, настройки, импорт, камера, громкость и яркость, bluetooth (рисунок 99).

В верхней панели находятся кнопка **Карта поля**, благодаря которой открывает его вид, и кнопка **Автомобильная навигация**, позволяющая войти в меню навигации по дорогам.



Рисунок 98 – Главное меню



Рисунок 99 – Меню Farmnavigator

Создание поля

Необходимо открыть главное меню Farmnavigator и нажать кнопку **Поля**. Открывается список всех сохраненных полей.

Для создания поля нажимают кнопку **Создать новое** (рисунок 100).

Прямая

Для создания курсовой линии необходимо задать мастер-линию **АВ**. Для этого нажимают кнопку **А** в начале рабочей полосы (ряда) движения (рисунок 101).

При движении до конца полосы нажимают кнопку **В**.



Рисунок 100 – Создание нового поля



Рисунок 101 – Создание прямой линии

Кривая

Кривая траектория используется для полей с извилистыми границами. Для построения контурной мастер-линии **АВ** устанавливают точку **А** в начале движения по рабочей полосе и точку **В** в конце полосы. Курсовые линии будут рассчитаны параллельно траектории движения по мастер-линии в соответствии с заданной рабочей шириной.

Колея

Эту опцию используют для работы на полях, оборудованных колеями (например виноградник). В этом режиме Farmnavigator не отображает курсовые линии,

но обеспечивает расчет рабочей зоны и предусматривает использование контроллера штанги опрыскивателя.

По кругу

Применение этой опции позволяет техническому средству создавать concentric курсовые линии по кругу, начиная с периметра поля к его центру. Кнопку **A** нажимают в начале движения по периметру поля, кнопку **B** – при завершении движения по кругу. Программа позволяет рассчитывать курсовые линии, идущие внутрь поля с учетом установленной рабочей ширины.

Вождение по указателю курса

После того как курсовые линии заданы, указатель курса отображается в верхней панели над картой поля (рисунок 102). Он показывает две стрелки, в направлении которых требуется корректировка рулевого управления для поддержания курса согласно рассчитанной траектории. Полученное отклонение (смещение) от курсовой линии отображается между стрелками и позволяет рассчитать степень необходимой коррекции курса.



Рисунок 102 – Карта поля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блог компании RoboHunter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geektimes.ru>.
2. Дисплей CFX-750 : руководство пользователя, 2010. – 142 с.
3. Дисплей GS2 1800 : руководство по эксплуатации John Deere Ag Management Solutions, 175 с.
4. Дисплей GS3 2630 : руководство по эксплуатации Deere & Company, 2013. – 106 с.
5. Инструкция по эксплуатации автопилота на базе EZ Guide 500. ЗАО Инженерный Центр «ГЕОМИР», 2007. – 13 с.
6. Каталог продуктов Trimble для сельского хозяйства, 2011. – 15 с.
7. Козубенко И. С. Оценка на дистанции: инновационное решение для сельскохозяйственного бизнеса / И. С. Козубенко // Поле деятельности. – 12.2013– 01.2014. – № 12/№ 1. – С. 26–27.
8. Контроллеры Trimble серии Juno: Juno 3B и Juno 3D : руководство пользователя / Trimble Navigation Limited, 2012. – 108 с.
9. Обучение Lexion. Claas Academy. – 85 с.
10. Пильникова Н. В. Повышение эффективности применения ресурсосберегающих технологий точного земледелия : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Н. В. Пильникова. – Красноярск, 2012. – 19 с.
11. Точное земледелие : практикум / А. И. Завражнов [и др.] ; под ред. М. М. Константинова. – Мичуринск : Изд-во МичГАУ, 2012. – 116 с.
12. Рунов Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб. : АФИ, 2012. – 120 с.
13. Система параллельного вождения «Штурман» : Руководство по эксплуатации. – 24 с.
14. Система параллельного вождения Trimble EZ-Guide 250 : инструкция по эксплуатации. – Краснодар : Калина Агро. – 14 с.
15. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие / под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб. : Пушкин, 2009. – 397 с.
16. Трубилин Е. И. Сельскохозяйственные машины : учеб. пособие / Е. И. Трубилин, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2008. – 225 с.
17. Трубилин Е. И. Компьютерные технологии в агроинженерной науке и производстве: учеб. пособие / Е. И. Трубилин, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, – 2010. – 224 с.
18. Труфляк Е. В. Механико-технологическое обоснование повышения производительности кукурузоуборочных машин : монография / Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2009. – 501 с.
19. Труфляк Е. В. Ресурсосберегающие процессы уборки кукурузы на основе новых конструктивно-технологических решений : дис. ... д-ра техн. наук / Е. В. Труфляк. – Краснодар, 2011.
20. Труфляк Е. В. Современные зерноуборочные комбайны : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 320 с.
21. Черноиванов В. И. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В. И. Черноиванов, А. А. Ежевский, В. Ф. Федоренко. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 284 с.
22. Шаныгин С. В. Роботы как средство механизации сельского хозяйства / С. В. Шаныгин // Известия высших учебных заведений. – 2013. – № 3. – С. 39–42.
23. Щеголихина Т. А. Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия : науч.-аналит. обзор / Т. А. Щеголихина, В. Я. Гольпяпин. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 80 с.
24. AgGPS 170 Field Computer. User Guide, 2001. – 332 с.
25. Agrosom outback s lite. Система параллельного вождения : руководство по эксплуатации, 2007. – 31 с.
26. Cebis Mobile : руководство по эксплуатации GPS Pilot. – 128 с.

27. Cemos 2013. Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH. – 9 с.
28. Claas Telematics. Claas Academy. – 115 с.
29. Claas Telematics. Проспект. – 28 с.
30. Cruizer II. Руководство по эксплуатации. – 28 с.
31. EASY. Системы параллельного вождения Claas / Проспект. – 40 с.
32. Farm Navigation : руководство пользователя. – 24 с.
33. Globalforum for Food and Agriculture Berlin e.V.
34. GPS Pilot : руководство по эксплуатации. – 152 с.
35. Leica mojoMINI : руководство по эксплуатации. – 104 с.
36. Lexion 770–620 : руководство по эксплуатации. Claas. – 1052 с.
37. Matrix Pro GS : руководство пользователя. – 76 с.
38. Trimble. Планшетный компьютер для жестких условий эксплуатации : руководство по эксплуатации. – Trimble Navigation Limited, 2011. – 115 с.
39. Trimble Recon. Getting Started Guide. – 22 с.
40. US World Wildlife Fund, Jason Clay.
41. Агрофизический научно-исследовательский институт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.agrophys.ru>.
42. Географическая информационная система и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gis-lab.info>.
43. Единый центр дистанционного спутникового мониторинга Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://maps.krasnodar.ru>.
44. Записки странствующего слесаря [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.udarnik-truda.ru>.
45. Зубарев Ю. Н. Зарубежный опыт применения технологии точного земледелия [Электронный ресурс] / Ю. Н. Зубарев // Информационное агентство «Светич» – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/tochnoe-zemledelie/zarubezhnyi-opyt-primenenija-tehnologii.html>.
46. Инженерный центр «Геомир» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geomir.ru>.
47. Компания Challenger [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.challenger-ag.com>.
48. Компания Fendt [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fendt.com/ru>.
49. Компания Massey Ferguson [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.masseyferguson.ru>.
50. Компания New Holland [Электронный ресурс]. – Режим доступ: <http://www.newholland.com>.
51. Компания Deutz-Fahr [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.deutz-fahr.com>.
52. Кубанский государственный аграрный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kubsau.ru>.
53. Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dsh.krasnodar.ru>.
54. ООО «ИКС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://geolook.me>.
55. ОАО КЗ «Ростсельмаш» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rostselmash.com>.
56. ООО «Трактор Центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tractor-center.ru>.
57. Robohunter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.robo-hunter.com>.
58. Википедия / свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
59. Фирма «Агроштурман» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agrosturman.ru>.
60. Фирма Amazone [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.amazone.ru>.
61. Фирма Claas [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.claas.com>.
62. Фирма John Deere : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.deere.ru>.